



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Rev. peru. biol. ISSN 1561-0837

REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA



VOLUMEN 22

DICIEMBRE, 2015

NÚMERO 3

LIMA, PERÚ

REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA

Publicación científica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Rector

Dr. Pedro Atilio Cotillo Zegarra

Vicerrector de Investigación

Dr. Bernardino Ramírez Bautista

Vicerrectora Académica

Dra. Antonia Castro Rodríguez

Decana de la Facultad de Ciencias Biológicas

Mag. Olga Bracamonte Guevara

Instituto de Investigación en Ciencias Biológicas Antonio Raimondi

Mg. Joaquina Alban Castillo

La Revista Peruana de Biología es una publicación científica arbitrada, producida por el Instituto de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, y auspiciada por el Vicerrectorado de Investigación. La Revista es publicada tres veces al año (abril, agosto y diciembre) y esta dedicada a la publicación de artículos científicos originales e inéditos de las áreas de biodiversidad, biotecnología, ecología y biomedicina. La Revista publica los trabajos realizados por académicos e investigadores nacionales y extranjeros, en idioma español o inglés. Los trabajos recepcionados son evaluados por árbitros según criterios internacionales de calidad, creatividad, originalidad y contribución al conocimiento. La Revista es publicada simultáneamente en la página web de la Universidad.

Comité Editor

Editor Jefe

Leonardo Romero, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Editores asociados

Dra. Rina Ramírez, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Dra. Mónica Arakaki-Makishi, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Dra. Diana Silva Dávila, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Dra. Blanca R. León, Profesora Honoraria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos y The University of Texas at Austin, USA.

Dr. Carlos Peña, University of Turku, Finlandia.

Cesar Arana, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Dra(c) Giovanna E. Sotil, Universidad Científica del Sur, Universidad Nacional Mayor de San Marcos e Instituto del Mar del Perú.

Dr. José M. Pérez Zúñiga, Museo de Historia Natural de la UNMSM. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Lidia Sánchez Pérez, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Comité consultivo en los recientes números

Maximilian Weigend

Freie Universität Berlin- Alemania

Hélio Ricardo da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brazil

Carlos Frederico Duarte da Rocha

Universidade do Estado do Rio de Janeiro- Brasil

Fabrizio Rodrigues dos Santos

Universidade Federal de Minas Gerais- Brasil

Davor Vrcibradic

Universidade do Estado do Rio de Janeiro- Brasil

Berta Calonge Camargo

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Sergio Solari

Universidad de Antioquia- Colombia

Julissa Roncal

Aarhus University- Denmark

Arnaud Bertrand

IRD. Institut de recherche pour le développement- Francia

Francis Kahn

IRD. Institut de recherche pour le développement - Francia

Jean-Christophe Pintaud

Institut de Recherche pour le Développement- Francia

Mutsunori Tokeshi

Kyushu University - Japon

Francisco Alonso Solís Marín

Universidad Nacional Autónoma de México- México

Renato Guevara-Carrasco

Instituto del Mar del Perú- Perú

Reynaldo Linares-Palomino

Universidad Nacional Agraria La Molina- Perú

Marcel Gutiérrez-Correa

Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú

Gretty K. Villena

Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú

Gerardo Lamas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Perú

Pablo Ramírez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Perú

Juan Tarazona

Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Perú

Armando Yarlequé

Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Perú

Manuel Tantaleán

Universidad Peruana Cayetano Heredia- Perú

Nigel Pitman

Duke University- USA

Maria del Carmen Ulloa Ulloa

University of Missouri- USA

Kenneth Young

University of Texas at Austin – USA

Paul Velazco

American Museum of Natural History, USA

©Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM - La Revista Peruana de Biología publica artículos de acceso abierto, distribuidos bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con: editor.revperubiol@gmail.com / decanobio@gmail.com

Indizada/Difundida [Indexed/Disseminate] en:

Periódica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), LIPECS (Literatura Peruana en Ciencias de la Salud), Zoological Record (BIOSIS), Scielo (Scientific Electronic Library Online), Index to American Botanical Literature (The New York Botanical Garden), BIOSIS Previews, Biological Abstracts (BIOSIS), ProQuest (Biological Science Journals), DOAJ, Redalyc, CABI, AGRICOLA, Scopus, REDIB.

Foto en la caratula: *Passiflora dorisiae* cortesía Boris Esquerre-Ibañez©

Revista Peruana de Biología:

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú, 98-3017

Rev. peru. biol. - ISSN-L 1561-0837

Rev. peru. biol. - ISSN 1561-0837

Rev. peru. biol. - ISSN 1727-9933 (on line)

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/>

<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>

Información adicional a:

Revista Peruana de Biología

Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM

Ciudad Universitaria, Av. Venezuela Cdra. 34 s/n. Lima

Casilla Postal: 11-0058 Lima-11, Perú.

Teléfono 619-7000-1502 / Telefax 619-7000-1509

Editor Jefe, email: editor.revperubiol@gmail.com

CONTENIDO

EDITORIAL

- 269 Algunos aspectos del artículo científico en la Revista Peruana de Biología
Some aspects of scientific article in Revista Peruana de Biología
Leonardo Romero

TRABAJOS ORIGINALES

- 275 *Bistriopelma*, a new genus with two new species from Peru (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae)
Bistriopelma, un género nuevo con dos nuevas especies de Perú (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae)
Radan Kaderka
- 289 Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador
Tres especies nuevas del grupo *Drosophila tripunctata* (Diptera: Drosophilidae) en los Andes Orientales de Ecuador
Emily Ramos Guillín and Violeta Rafael
- 297 *Histioea magistrae* sp. nov. (Lepidoptera: Erebidae: Arctiini) de la Amazonía sudeste de Perú
Histioea magistrae sp. nov. (Lepidoptera: Erebidae: Arctiini) from southeastern Amazonia, Peru
Juan Grados
- 303 *Passiflora dorisiae*, una nueva especie en el Subgénero *Passiflora* (Passifloraceae)
Passiflora dorisiae, a New Species in Subgenus *Passiflora* (Passifloraceae)
Boris Esquerre-Ibañez
- 309 Notas sobre *Chloraea undulata* "Orquídea de Lima" y su registro en las lomas de Asia, Cañete, Perú
Notes on the "Lima orchid" *Chloraea undulata* and its record in the hills of Asia, Cañete, Peru
Miguel Llellish Juscamayta
- 315 Comparación foliar morfológica y anatómica entre ejes producidos por semilla y por ramificación basal de *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae)
Morphological and anatomical comparison between axes produced by seed and basal branching of *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae)
Marinoli Rivas, Betty Millán y Francis Kahn
- 323 Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú
New lichen biota records from Santuario Histórico de Machu Picchu, Peru
Jano Nuñez-Zapata, Pradeep K. Divakar, Gladys Huallparimachi, María E. Holgado, Zoila Vela Clavo, Magdalena Pavlich y Ana Crespo
- 329 Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*
Effect of temperature on physiological responses of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*
Jhon Dionicio Acedo y Jorge Flores Mego

NOTA CIENTÍFICA

- 335 Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011
Water quality of the inner Puno Bay, Titicaca Lake, during summer 2011
Diana F. Beltrán Farfán, Rocio P. Palomino Calli, Edmundo G. Moreno Terrazas, Cesar G. Peralta y Daniel B. Montesinos-Tubée
- 341 Contribución al conocimiento de los malófagos (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) de aves peruanas. Parte 1
Contribution to the knowledge of the Mallophaga (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) of the Peruvian birds. Part 1
Luis A. Gomez-Puerta y Nelly G. Cribillero
-

EDITORIAL

Algunos aspectos del artículo científico en la Revista Peruana de Biología

Some aspects of scientific article in Revista Peruana de Biología

Leonardo Romero

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ciudad Universitaria de San Marcos,
Facultad de Ciencias Biológicas, Calle Germán Amézaga N° 375, Lima 1 - Perú.
lromeroc@unmsm.edu.pe

Resumen

En este trabajo se presentan algunas de las características de los artículos de la Revista Peruana de Biología. Se precisan algunos aspectos del proceso de revisiones, el tipo de artículo conocido como *data paper*, el problema en la falta de erudición en los trabajos presentados, la importancia de la reproducibilidad y la autoría.

Palabras clave: revisión por pares; artículo científico; reproducibilidad; autoría; erudición.

Abstract

This paper presents some characteristics of the articles of Revista Peruana de Biología. Aspects of the peer review process, about article type: the data paper, the problem on lack of scholarship in the submitted manuscripts, the importance of reproducibility and authorship.

Keywords: peer review; scientific article; reproducibility; authorship; erudition.

Calidad de un artículo científico

“¿su revista es ISI?” [un posible autor]

Podríamos decir que el concepto de calidad del artículo científico depende de la persona que hace la pregunta. Por ejemplo, calidad para un lector inmediato, dependerá del contenido y que tan fácil accedió al artículo; para los autores la calidad estará en relación con el reconocimiento y las citas logradas; para la casa editora, el artículo debe darle prestigio, asiduos autores y lectores; para el bibliotecólogo, debe estar normalizado, ser interoperable para que pueda entrar fácilmente en sus sistemas; para otros académicos la calidad puede depender de cuan preparado está el artículo para sobrevivir en el ciberespacio; para otros, si el artículo puede afrontar escenarios futuros que la tecnología y la sociedad le impondrán, tal como los paradigmas del acceso abierto, los formatos dinámicos, el Altmetrics, la autoría colaborativa, entre muchos conceptos más ⁽¹⁾, pero, debemos advertir que de estos últimos conceptos, algunos ya están puestos en práctica o germinando en la Revista Peruana de Biología. Las siguientes líneas son comentarios de ellos, mostrando algunos vínculos relevantes, que presentan someramente su escenario y muestran que la calidad del artículo científico tiene más dimensiones de las que nos involucra directa e inmediatamente. También, espero contribuir a erradicar del imaginario científico la perversa relación entre calidad del artículo y el término ISI, (*Institute for Scientific Information* y que en la actualidad no existe) mostrando que nos enfrentamos a un proceso muy dinámico, complejo y globalizado del desarrollo científico y de su comunicación.

Citación:

Romero L. 2015. Algunos aspectos del artículo científico en la Revista Peruana de Biología. Revista peruana de biología 22(3): 269 - 274 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11431>

Presentado:

12/12/2015

Aceptado:

24/12/2015

Publicado online:

30/12/2015

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Características del artículo científico en la RPB

“Usted no quiere publicar mi trabajo porque lo considera de mala calidad” [un autor]

Para definir el rumbo de una revista científica tenemos que pasar ineludiblemente por reflexionar sobre las características de los artículos que se publicaran. Considero que calificar un manuscrito con el término de calidad en algún grado no es apropiado, porque este trabajo será sometido a un proceso de revisión y edición, que al final coadyuvaran para que presente las características que la revista exige ya sea en presentación, estilo y contenido; por lo tanto, el concepto de calidad del artículo estará en relación a las características que exige la revista. Y aquí, debemos tomar en cuenta que las revistas varían mucho en las características y los detalles que exigen, esto ocurre en parte relacionado a diferentes aspectos como: la comunidad científica/académica/profesional que la sustenta, la casa editora, el propósito de la revista, su economía, los editores, y otros tantos más.

Por los motivos expuestos, muchos libros sobre redacción científica [2, 3, 4, 5, 6, 7] incluyen capítulos para orientar a los investigadores sobre la elección de la revista apropiada y como preparar sus trabajos (de acuerdo al tipo de investigación, la comunidad, usos y estilos, y condiciones técnicas – por ejemplo el envío del manuscrito en Latex, entre otros aspectos). Todos estos libros coinciden en señalar que si no se conoce bien a la revista podríamos tener contratiempos, por ejemplo por diversos motivos el trabajo sería rechazado, y en el peor de los casos (sí, en el peor de los casos) si es aceptado podría permanecer desconocido porque ha quedado oculto en una publicación que sus pares científicos no consultaran. Por lo tanto, un manuscrito siempre es perfectible, y su contenido si es una información valiosa y relevante debe ser publicado.

Aunque la Revista Peruana de Biología (RPB) enuncia varias características que deben tener los trabajos presentados, y que son tomados en cuenta en una inicial evaluación, posteriormente se lleva a cabo el proceso de revisiones (*peer review*). Este proceso de revisiones es encargado a un Editor Asociado, o a un Editor Académico, que es un académico invitado a llevar el proceso de revisiones. Los editores buscan uno o más revisores para tener

opiniones expertas, y luego envían un informe al Editor Jefe. Existen varios modelos de revisiones, y el que utiliza la RPB es el simple (*Single blind*), que a su vez es el más común [8]. Sin embargo, los modelos de revisión van cambiando y adecuándose a diversos aspectos tecnológicos como la INTERNET⁹ y requerimientos de transparencia editorial. Llevados por esta transparencia, incluso algunas revista han puesto en práctica la publicación de los comentarios o informes de los revisores [10, 11] los que además suelen enriquecer el artículo.

El juicio de los editores y revisores está basado en experiencia y conocimiento lo que le permite proporcionar valiosos comentarios que permiten identificar los errores y corregirlos, detectar malos procedimientos y fraudes. Podríamos ensayar un esquema que nos muestre sintéticamente los aspectos que son más importantes (Fig. 1), obviando posibles fraudes y malos comportamientos (p.e.: plagios). El balance apropiado de esos elementos conduciría a la publicación del artículo, una tendencia hacia la derecha nos proporcionaría un artículo más “exitoso”.

El data paper y la usabilidad de la información

“... mi trabajo no es un dato...” [un autor]

Los artículos publicados en la RPB según la UNESCO [12] pertenecen a la categoría de memorias originales o publicaciones primarias. Dentro de esta categoría tenemos varios tipos como los Trabajos originales, Notas científicas, Revisiones y Comentarios, que se distinguen entre ellos básicamente por la longitud del texto y por el tipo de comunicación. Estos tipos de artículos son bastante comunes en las revistas de la misma temática que la RPB, sin embargo, la intensidad con que se desarrollan las investigaciones, incrementado la producción de artículos científicos (y revistas) a nivel mundial, y la suma de la INTERNET y su tecnología como un medio de difusión a la actividad de la publicación científica han conllevado a otros tipos de artículos. En muchos casos ciertos tipos de artículos han perdido su sentido como comunicación o han encontrado un sustituto dentro de otros medios, por ejemplo muchos tipos de notas taxonómicas ante el uso de bases de datos. Pero también han surgido nuevas necesidades, unas relacionadas con el acceso a la información que

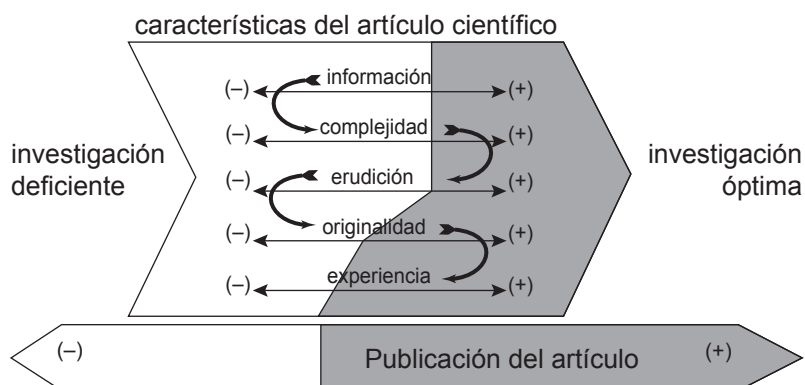


Figura 1. Este esquema señala los aspectos que pueden dar relevancia al trabajo, pero debe recalcar que es un modelo conceptual. Un manuscrito debe cumplir ciertas características, de ellas algunas como: la información relevante, el grado de complejidad y la erudición son importantes para que un artículo tenga más probabilidades de ser aceptado y publicado. Mientras que la originalidad/creatividad y la experiencia del investigador estructurando artículos son elementos bastante variables, dependen de varias circunstancias y se permite tolerancia, pero los tres primeros son más estrictos.

fue financiada con recursos del estado (*Open Acces, Open Data*), otras con el interés de las comunidades científicas de explorar la información, y también con la necesidad de acelerar el paso de la información a la comunidad [13].

Revisando artículos científicos, además de los tipos de artículos convencionales, podemos encontrar trabajos con abundante información, algo así como bases de datos. En el otro extremo observamos artículos que describen un hallazgo, un evento, un caso clínico, el reporte de una especie en un lugar inesperado, el estado de contaminación de una bahía; algunos acompañados de cientos de necesarios análisis para corroborar el hallazgo, y otros con una simple foto como ilustración. Ambos tipos de artículos son interesantes para la comunidad científica, son útiles y deben ser publicados con las normas y condiciones adecuadas para que se respeten los derechos de autoría, otras consideraciones éticas y puedan fácilmente ser utilizados por la comunidad científica.

La publicación de archivos de datos, en unos casos como apéndices, en otros como archivos debidamente registrados y en formatos que puedan ser transferidos a máquinas (p.e.: hojas de cálculo, XML, JSON) no son de reciente uso y algunas editoras, como el *BioMed Central* solicitan poner a disposición de los lectores los datos en repositorios abiertos [14]. Desde el año 2000 en los archivos de las publicaciones de la Sociedad Ecológica Americana (*Ecological Society of America*, ESA) [15] se ha venido publicando información extra, conformada principalmente por archivos de los datos (apéndices, suplementos y *data papers*) utilizados en los artículos de sus revistas. Estos archivos son utilizados en posteriores análisis por la comunidad científica, y también cubren un aspecto de trazabilidad. Desde hace unos años se viene poniendo en práctica la publicación de un nuevo tipo de artículo: el *data paper*, en nuestro caso *biodiversity data paper*.

Un *data paper* es un artículo en una revista, cuyo objetivo principal es describir datos; no tiene hipótesis, ni discute los datos, como un artículo de investigación convencional. Sus objetivos son tres: proporcionar una publicación citable que proporcione los créditos académicos a los autores [editores] así como a las instituciones correspondientes; proporcionar los datos en un formato estructurado de datos amigables [leíbles] para humanos y máquinas (*Readable by humans and machines*); y hacer visible los datos a la comunidad académica para su uso [16]. Entre las características de estos artículos están la de ser publicaciones digitales, con metadatos definidos como el *GBIF Metadata Profile* (GMP) [17], basado en el *Ecological Metadata Language* (EML) [18], o el *Darwin Core* (DwC) [19]. Algunas revistas como la *Earth System Science Data* (ESSD) [20] y la *Scientific Data* [21] se dedican exclusivamente a publicar este tipo de artículos, mientras otras como *ZooKeys* [22] y *Biodiversity Data Journal* [23] han implementado este tipo de artículos de datos.

Entre las finalidades de publicar estos archivos de datos en la categoría de artículos es la mantener el reconocimiento de la autoría, pero también de combatir lo que se conoce como el *Dark Data* [24] que sería la información escondida en los archivos de laboratorios, repositorios institucionales, así como en los apéndices y tablas de los artículos de revistas y a los que no se pueden tener acceso o no existe un medio adecuado de tener acceso a esa información, toda esa información conformaría lo que se ha venido en denominar la *Long Tail of Science*.

El trabajo insipiente y la erudición del investigador

“El trabajo usa citas inapropiadas e irrelevantes” [un revisor]

Un trabajo que analiza información, variables, factores, etc. debe recurrir a conceptos y análisis estadísticos, el trabajo se enfrenta a mayor complejidad, con hipótesis elaboradas y a su vez más informativas. Las fallas frecuentes en estos trabajos es la superficialidad con que se enfrenta la argumentación y la explicación de los conceptos y sus análisis.

La argumentación en un artículo científico está ligada a la intertextualidad [25], aspecto característico en el cual nuestro texto incluye citas a otros textos enriqueciendo el contenido. Entre los problemas de argumentación, tenemos el no recurrir a las referencias fuente [26, 27, 28] optando por utilizar citas inapropiadas e irrelevantes que no sustentan las afirmaciones del texto. Desde la aparición de la INTERNET y su profunda penetración en la vida académica, haciendo visible y asequible todo tipo de información, no utilizar las referencias fuentes no puede ser tolerado.

Sin embargo, no es solo la insipiente y la superficialidad, sino la falta de experticia en el análisis de los datos, así como la ausencia en el uso de conceptos y procedimientos estadísticos, lo que conlleva a la incapacidad de demostrar convincentemente la hipótesis con la evidencia conseguida. El diseño y el análisis estadístico constituyen una parte muy importante del trabajo científico, nos dice del nivel de conocimiento al que se está llegando. Pasamos de una investigación descriptiva o exploratoria donde la información es el núcleo del artículo, a una investigación explicativa o correlacional, donde a la información se suma el análisis, conceptos, teorías e hipótesis.

El artículo científico es una comunicación, por lo tanto se sustenta en una idea central sobre un problema delimitado y un objetivo bien definido, generalmente se suma una sustanciosa hipótesis que nos lleve a decir que “efectivamente el artículo aporta al conocimiento”. Esta idea es el centro de la originalidad del trabajo, es decir el componente creativo, novedoso, opuesto a la copia, plagio o derivación de alguna otra obra. Esta idea se fundamenta en el conocimiento y la experiencia del investigador y se pueden apreciar en la sección de la introducción del artículo, que es una sección donde la academia, el dominio de la literatura y la retórica son esenciales, aquí el lector debe valorar la información que se brinda, convencerse de la importancia del trabajo, su justificación, debe encontrar el sentido y el contexto al objetivo del trabajo. El descuido de esta sección del artículo, mostrando ideas inconexas, adornadas de citas fuera de lugar, sin lograr la valorización del artículo, causa un desmedro y es un motivo para no aceptarlo o calificar la obra como de “mala calidad”.

Reproducibilidad del trabajo

“¿Qué es un falso positivo?” [un autor]

“Las bajas tasas de reproducibilidad dentro de la investigación en ciencias biológicas socavan la producción de conocimiento acumulado y contribuyen a los retrasos y los incrementos en los costos de desarrollo de nuevos fármacos. Un análisis de publicaciones biomédicas indica que la investigación preclínica irreproducible supera el 50%, lo que resulta en aproximadamente US \$ 28 mil millones por año de gastos solamente en los Estados Unidos” [traducción libre] [29].

Tabla 1. La siguiente tabla fue presentada por Allen et al. (2014) y elaborada basada en una encuesta realizada en el año 2013, a 1200 autores para correspondencia, de artículos publicados en *PLOS journals*, *Nature Publishing Group journals*, *Elsevier journals*, *Science* y *eLife*. La encuesta preguntaba sobre las contribuciones que habían tenido los coautores tomando en cuenta la categoría taxonómica de rol. La respuesta fue de 230 autores, de ellos más del 85% consideraron que el categoría taxonómica fue fácil de usar y que cubría todos los roles o actividades de los contribuidores. Esta encuesta fue una investigación exploratoria piloto, donde los encuestados fueron de las áreas biomédicas y ciencias de la vida; y fue motivada por *International Workshop on Contributorship and Scholarly Attribution* (mayo 2012) [http://projects.iq.harvard.edu/files/attribution_workshop/files/iwcsa_report_final_18sept12.pdf]. Esta iniciativa surgió como una respuesta al notorio incremento de los autores en los trabajos de investigación, y la complejidad que adquieren los artículos, con las diferentes organizaciones participantes, y las entidades que las financian. Ante la clásica concepción de autoría, y el no considerar los roles adecuado, surge esta propuesta que está dirigida a dar transparencia en una diversidad de tipos de contribución a la obra y que deben ser reconocidos. [revisar el Blog Scielo en Perspectiva, <http://blog.scielo.org/es/2014/07/17/los-creditos-del-autor-autor-de-que/>]

Categoría taxonómica de rol	Descripción del rol
Concepción del estudio	Proporciona la ideas central, la pregunta de investigación, establece la hipótesis
Metodología	Desarrolla o diseña la metodología, creación de modelos.
Computación	Desarrollo de software, programación, análisis computacional, creación de código (script) y de algoritmos.
Análisis formal	Aplicación de estadísticas, técnicas matemáticas otros análisis formales.
Investigación: realización de experimentos	Conduce el proceso de investigación, diseño de los experimentos.
Investigación: recolección de datos/ evidencias, muestreos	Conduce el proceso de investigación, diseño de la recolección de datos/ evidencias, muestreos.
Recursos	Provee los materiales de estudio, reactivos, muestras de laboratorio, animales, instrumental y otras herramientas para el análisis.
Curatoria de datos	Encargado de la introducción, clasificación de datos y metadatos producidos y organizar los datos para el uso inicial y posterior reutilización.
Preparación del manuscrito: escribir el primer borrador	Preparación, creación y presentación del manuscrito inicial.
Preparación del manuscrito: revisión crítica, comentarios	Preparación del manuscrito, revisión crítica, comentarios.
Preparación del manuscrito: ilustraciones/ presentación de datos	Preparación, creación de las ilustraciones del manuscrito (tablas y figuras)
Supervisión	Responsable de la supervisión de la investigación, organización y administración del proyecto, investigador principal o líder y tomador de decisiones.
Administrador del proyecto	Coordinación o administración de las actividades de investigación que conducen a la publicación.
Consecución de fondos	Consecución de soporte financiero y logístico para que el proyecto llegue a publicación.

(*) Allen, Liz, Jo Scott, Amy Brand, Marjorie Hlava, y Micah Altman. 2014. «Publishing: Credit where credit is due». *Nature* 508 (7496): 312-13. doi:10.1038/508312a. [traducción libre]

El párrafo anterior hace referencia a diferentes trabajos publicados y puestos a prueba, por ejemplo en experimentos preclínicos de medicina [30], sobre el cancer [31], y sobre el efecto de drogas y fármacos [32], donde todos encontraron que un alto porcentaje de estudios irreproducibles y muy pocos eran completamente reproducibles. También se observó esto en investigaciones psicológicas donde se encontró que casi todas eran irreproducibles [33], así como en el campo de la biología molecular y que causaron varias iniciativas para estandarizar las metodologías utilizadas [34]. Todos estos artículos que no podían volver a repetirse, por falta de información en el artículo, fueron calificados como malos comportamientos y con sospechas de

fraudulentos, y llevaron a revistas como *Nature* a tomar medidas [35] para contrarrestar estos casos y utilizar *Reporting Checklist* para los manuscritos [36]. Sin embargo los problemas son más complicados porque esta situación es señalada como una de los causantes del incremento de retracciones en las revistas científicas [37, 38, 39].

Una de las características de las publicaciones científicas es incluir la información suficiente y detallada para lograr la reproducibilidad de los experimentos, esto permite poner a prueba los métodos y la información así como también se considera como una forma de transferencia de conocimiento y es un aspecto tratado a nivel epistemológico [40, 41]. Por lo tanto, la descripción

correcta y debidamente detallada de los materiales y métodos debe tomarse en cuenta para que permita la reproducibilidad del experimento o la observación. Son buenas prácticas, poner énfasis en describir los procedimientos que validan el diseño experimental o de colecta y por qué se realiza de esa manera, analizar las fuentes de error (aleatorio y sistemático), ilustrar con diagramas y si hubiera antecedentes deben mencionarse. También debe tenerse cuidado en la explicación de cada procedimiento estadístico utilizado. Los autores deben tener en consideración que sus lectores evaluarán la calidad de los datos a utilizarse.

La autoría como indicador de un buen trabajo de investigación

¿Por qué el autor para correspondencia? [un autor]

Desde hace mucho tiempo, el tema de la autoría del artículo científico ha sido tratado como un problema ético. El *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE) considera cuatro condiciones para ser autor [42], y resalta aquella donde se atribuye las responsabilidades de la obra publicada a todos por igual. Esto lleva a declaraciones explícitas de su condición de autores asumiendo sus responsabilidades.

Pero además una propuesta que va siendo adoptada por las revistas científicas es considerar el rol específico que jugaron en la elaboración del artículo [43, 44]. Es una buena práctica para el reconocimiento de las actividades de investigación y se está en relación a investigaciones realizadas en escenarios formales de colaboración y cooperación [45]. Estos conceptos han llevado a la propuesta de una taxonomía de roles de autoría [46] (Tabla 1). Algunos comentarios al respecto han comparado la mención de los roles como el reparto de los premios Oscar de la Academia de Cine Norteamericana, y también existen propuestas de tener en el futuro una base de datos de estos roles. Esta taxonomía no excluye las condiciones consideradas por el ICMJE.

Algo que los autores deben tomar muy en serio es que el trabajo presentado es su obra. Todos tienen los mismos créditos y derechos, en la RPB los derechos de Copyright recaen sobre los autores con una licencia de *Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional*. Pero también tienen las mismas responsabilidades por igual. Sin embargo por motivos prácticos se nombra al autor que presenta la obra como el autor para correspondencia y esto es señalado en el artículo pues es con él con quien el Editor Jefe coordina las correcciones, la aprobación final del trabajo y el consentimiento para la publicación.

Referencias

- 1 Bartling, Sönke, y Sascha Friesike, eds. 2014. *Opening Science*. Cham: Springer International Publishing. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-00026-8>.
- 2 Day, Robert A. 2005. *Como escribir y publicar trabajos científicos*. Traducción de la 5ª edición. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- 3 Nair, P.K. Ramachandran, y Vimala D. Nair. 2014. *Scientific Writing and Communication in Agriculture and Natural Resources*. Cham: Springer International Publishing. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-03101-9>.
- 4 Peat, Jennifer K, Elizabeth Elliott, Louise Baur, y Victoria Keena. 2002. *Scientific Writing Easy When You Know How*. London: John Wiley & Sons, Inc.
- 5 Youdeowei, Anthony, Paul Stapleton, y Rodger Obubo, eds. 2012. *Scientific Writing for Agricultural Research Scientists: A Training Resource Manual*. Wageningen, The Netherlands: The Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA).
- 6 Cargill, Margaret, y Patrick O'Connor. 2013. *Writing Scientific Research Articles: Strategy and Steps*. 2 edition. Wiley-Blackwell.
- 7 Belcher, Wendy Laura. 2012. *Cómo escribir un artículo académico en 12 semanas: guía para publicar con éxito*. Traducido por Sylvia Podolsky Ostrowiak y Alejandra Medrano. 1 edition. FLACSO México.
- 8 http://exchanges.wiley.com/authors/types-of-peer-review_706.html
- 9 Spier, Ray. 2002. The History of the Peer-Review Process. *Trends in Biotechnology* 20 (8): 357-58. doi:10.1016/S0167-7799(02)01985-6.
- 10 Pulverer, B. 2011. «Transparency in Peer Review». *Nature Materials* 10 (2): 81-81. doi:10.1038/nmat2952.
- 11 «Transparent Peer Review at Nature Communications». 2015. *Nature Communications* 6 (diciembre): 10277. doi:10.1038/ncomms10277.
- 12 Programa General de Información y UNISIST, y UNESCO. 1983. *Guía para la redacción de artículos científicos destinados a la publicación*. Segunda edición. París: UNESCO.
- 13 Wicherts, Jelte M., y Marjan Bakker. 2012. «Publish (your data) or (let the data) perish! Why not publish your data too?» *Intelligence* 40 (2): 73-76. doi:10.1016/j.intell.2012.01.004.
- 14 <http://www.biomedcentral.com/submissions/editorial-policies#ethics+and+consent>
- 15 Ecological Archives: Data Papers, Supplements, and Digital Appendices for ESA Journals [<http://www.esapubs.org/archive/default.htm>]
- 16 Newman, P., y P. Corke. 2009. «Editorial: Data Papers -- Peer Reviewed Publication of High Quality Data Sets». *The International Journal of Robotics Research* 28 (5): 587-587. doi:10.1177/0278364909104283.
- 17 <http://www.gbif.org/resource/80640>
- 18 <https://knbn.ecoinformatics.org/#external/emlparser/docs/index.html>
- 19 <http://rs.tdwg.org/dwcl/>
- 20 http://www.earth-system-science-data.net/about/aims_and_scope.html
- 21 <http://www.nature.com/sdata/>
- 22 <http://zookeys.pensoft.net/>
- 23 <http://biodiversitydatajournal.com/>
- 24 Heidorn, P. Bryan. 2008. «Shedding Light on the Dark Data in the Long Tail of Science». *Library Trends* 57 (2): 280-99. doi:10.1353/lib.0.0036.
- 25 Sanchez Upegui, Alexander Arbey. 2011. *Manual de redacción académica e investigativa: cómo escribir, evaluar y publicar artículos*. Medellín: Católica del Norte Fundación Universitaria.
- 26 Cisneros-Estupiñán, Mireya, y Giohanny Olave-Arias. 2012. *Redacción y publicación de artículos científicos: enfoque discursivo*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- 27 Ritter, Robert. 2002. *The Oxford Guide to Style*. 2nd Edition edition. Oxford ; New York: Oxford University Press.
- 28 Turabian, Kate L. 2007. *A Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations*. 7th Edition. London: University of Chicago Press.
- 29 Freedman, Leonard P, Iain M. Cockburn, y Timothy S. Simcoe. 2015. «The Economics of Reproducibility in Preclinical Research». *PLoS Biol* 13 (6): e1002165. doi:10.1371/journal.pbio.1002165.
- 30 Begley, C. Glenn, y Lee M. Ellis. 2012. «Drug Development: Raise Standards for Preclinical Cancer Research». *Nature* 483 (7391): 531-33. doi:10.1038/483531a.
- 31 Mobley, Aaron, Suzanne K. Linder, Russell Brauer, Lee M. Ellis, y Leonard Zwilling. 2013. «A Survey on Data Reproducibility in Cancer Research Provides Insights into Our Limited Ability to Translate Findings from the Laboratory to the Clinic». *PLoS ONE* 8 (5): e63221. doi:10.1371/journal.pone.0063221.
- 32 Prinz, Florian, Thomas Schlange, y Khusru Asadullah. 2011. «Believe It or Not: How Much Can We Rely on Published Data on Potential Drug Targets?» *Nature Reviews Drug Discovery* 10 (9): 712-712. doi:10.1038/nrd3439-c1.

- 33 Collaboration, Open Science. 2015. "Estimating the Reproducibility of Psychological Science". *Science* 349 (6251): aac4716. doi:10.1126/science.aac4716.
- 34 <http://validation.scienceexchange.com/#/>
- 35 «Announcement: Reducing our irreproducibility». 2013. *Nature* 496 (7446): 398-398. doi:10.1038/496398a.
- 36 <http://www.nature.com/authors/policies/checklist.pdf>
- 37 Fang, F. C., R. G. Steen, y A. Casadevall. 2012. «Misconduct Accounts for the Majority of Retracted Scientific Publications». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (42): 17028-33. doi:10.1073/pnas.1212247109.
- 38 Steen, R. Grant, Arturo Casadevall, y Ferric C. Fang. 2013. «Why Has the Number of Scientific Retractions Increased?» *PLoS ONE* 8 (7): e68397. doi:10.1371/journal.pone.0068397.
- 39 Fanelli, Daniele. 2013. «Why Growing Retractions Are (Mostly) a Good Sign». *PLoS Med* 10 (12): e1001563. doi:10.1371/journal.pmed.1001563.
- 40 Popper, Karl R. 1980. *La logica de la investigacion cientifica*. 5ª reimpresión. Madrid: Editorial Tecnos.
- 41 Lakatos, Imre. 1989. *La metodología de los programas de investigación científica*. Primera edición castellano. Madrid: Alianza Editorial.
- 42 <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>
- 43 Frische, Sebastian. 2012. "It is time for full disclosure of author contributions". *Nature* 489 (7417): 475-475. doi:10.1038/489475a.
- 44 Dance, Amber. 2012. "Authorship: Who's on first?" *Nature* 489 (7417): 591-93. doi:10.1038/nj7417-591a.
- 45 Acuna, Daniel E., Stefano Allesina, y Konrad P. Kording. 2012. "Future Impact: Predicting Scientific Success". *Nature* 489 (7415): 201-2. doi:10.1038/489201a.
- 46 Allen, Liz, Jo Scott, Amy Brand, Marjorie Hlava, y Micah Altman. 2014. «Publishing: Credit where credit is due». *Nature* 508 (7496): 312-13. doi:10.1038/508312a.

TRABAJOS ORIGINALES

Bistriopelma, a new genus with two new species from Peru (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae)

Bistriopelma, un género nuevo con dos nuevas especies de Perú (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae)

Radan Kaderka

Address: Tyrsovo namesti 1732, 252 63 Roztoky u Prahy, Czech Republic
Email: radan.kaderka@seznam.cz

Abstract

Bistriopelma gen. nov. from the Andean region in Peru is here described, diagnosed and illustrated, together with two new species *Bistriopelma lamasi* sp. nov. as a type species and *Bistriopelma matuskai* sp. nov. This new genus differs from all other theraphosid genera, except the genus *Phrixotrichus* Simon 1889 (sensu Perafán & Pérez-Miles 2014) and the troglobite species *Tmesiphantes hypogeus* Bertani, Bichuette & Pedroso 2013, in the presence of two abdominal dorsolateral patches of the type III urticating setae. *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Phrixotrichus* by the different shape of spermathecae in females, consisting of two separate subparallel seminal receptacles in *Bistriopelma* gen. nov. but strongly divergent in *Phrixotrichus* and by the different morphology of male palpal bulb (embolus projecting retrolaterally from tegulum in *Bistriopelma* gen. nov. against posteriorly in *Phrixotrichus*); furthermore by the presence of basal spine on prolateral tibial apophysis, the absence of the type IV urticating setae and paired tarsal claws denticulate. *Bistriopelma* gen. nov. is separated from *Tmesiphantes hypogeus* by the position of the urticating seta patches (middle of abdomen in *Bistriopelma* gen. nov. and posterior half in *Tmesiphantes hypogeus*), the different shape of spermathecae (long separate seminal receptacles with subapical constriction in *Bistriopelma* gen. nov. and short, subtriangular and widely separated in *Tmesiphantes hypogeus*) and also in the extension of metatarsal scopulae. Additional comments and a distribution map of all species of this genus are provided.

Keywords: Araneae; Mygalomorphae; Peru; South America; taxonomy.

Resumen

Se describe, diagnostica e ilustra *Bistriopelma* gen. nov. de la región andina de Perú, con dos nuevas especies *Bistriopelma lamasi* sp. nov., especie tipo, y *Bistriopelma matuskai* sp. nov. Este género nuevo se diferencia del resto de arañas terafosidas, excepto el género *Phrixotrichus* Simon 1889 (sensu Perafán & Pérez-Miles 2014) y la especie cavernícola *Tmesiphantes hypogeus* Bertani, Bichuette & Pedroso 2013, en la presencia de dos manchas abdominales dorsolaterales de las setas urticantes de tipo III. *Bistriopelma* gen. nov. se diferencia de *Phrixotrichus* en la morfología de la espermateca, estando compuesta en *Bistriopelma* gen. nov. de dos receptáculos seminales separados y subparalelos pero considerablemente divergentes en *Phrixotrichus*, en la morfología de los bulbos pedipalpaes de machos (émbolo proyectándose retrolateralmente del tegulum en *Bistriopelma* gen. nov. contra posteriormente en *Phrixotrichus*); además en la presencia de la espina basal en la apófisis tibial prolateral, en la ausencia de las setas urticantes de tipo IV y en las uñas tarsales con dientes. Se diferencia de *Tmesiphantes hypogeus* en la posición de los parches de las setas urticantes (centro del abdomen en *Bistriopelma* gen. nov. y parte posterior en *Tmesiphantes hypogeus*), en la morfología de las espermatecas (receptáculos seminales prolongados y separados, subapicalmente estrechados en *Bistriopelma* gen. nov. y cortos, subtriangulares y considerablemente separados en *Tmesiphantes hypogeus*) y también en la extensión de las escopulas metatarsales. Se presentan comentarios adicionales y el mapa de distribución de todas las especies de este género.

Palabras clave: Araneae; Mygalomorphae; Perú; América del Sur; taxonomía.

Publicación registrada en Zoobank/ZooBank article registered:

<http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:4C528277-182E-4134-9515-B53F60414838>

Acto nomenclatural/nomenclatural act:

Bistriopelma gen. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:34757B60-25D9-4F3B-B409-0E8A88F102B7>

Bistriopelma lamasi sp. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:463CAF25-6323-449E-BE35-796474A9C48C>

Bistriopelma matuskai sp. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:55AE27F7-D519-4404-89E3-0C747B89AC28>

Citación:

Kaderka R. 2015. *Bistriopelma*, a new genus with two new species from Peru (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae). Revista peruana de biología 22(3): 275 - 288 (December 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11432>

Presentado: 06/03/2015

Aceptado: 08/10/2015

Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

The author states that do not incur any conflicts of interest.

Permisos de colecta:

The field work in Peru was carried out under collection permit No. 0364-2013-MINAGRI-DGFFS/DGEFFS.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introduction

The family Theraphosidae represents the largest and the most studied group of mygalomorph spiders. An exclusive defensive mechanism using modified abdominal barbed setae called “urticating setae” was recorded in the New World representatives belonging to the subfamilies Theraphosinae and partly Aviculariinae. The subfamily Theraphosinae is associated with the presence of type I, III, IV and VI urticating setae and the phylogeny of this group is still a subject of research.

In October 2013, while examining the Theraphosidae spider collection in the Museum of Natural History in Lima, Peru, a single male of an unknown species was discovered. This new taxon differed from known species, except the genus *Phrixotrichus* Simon 1889 (sensu Perafán & Pérez-Miles 2014) and the troglobite species *Tmesiphantes hypogeus* Bertani, Bichuette & Pedroso 2013, in the presence of two abdominal dorsolateral patches of the type III urticating setae. Later, in September 2014, a single female of this species was found during the field work near Puquio, Ayacucho, Peru. Due to the location of type III urticating setae in two dorsolateral patches, together with the shape of two separate subparallel seminal receptacles and the strongly elevated eye tubercle which in combination don't fit any known theraphosid genus, the species was placed in a new theraphosine genus. This genus, including two new species, is here described, diagnosed and illustrated.

Material and methods

Abbreviations: Eye sizes and interdistances: AME = anterior median eyes, ALE = anterior lateral eyes, OQ = ocular quadrangle (including lateral eyes), PME = posterior median eyes, PLE = posterior lateral eyes. Spination: d = dorsal, p = prolateral, r = retrolateral, v = ventral. Male palpal bulb: A = apical keel, E = embolus, PI = prolateral inferior keel, PS = prolateral superior keel, VC = ventral crest. Cheliceral teeth pattern: v = small teeth, V = big teeth, - = space. PLS = posterior lateral spinnerets, PMS = posterior median spinnerets. Collections: BMNH = British Museum of Natural History, London, England. MUSM = Museo de Historia Natural, Lima, Peru. RKCP = Radan Kaderka private collection, Prague, Czech Republic.

Measurements were taken with an ocular micrometer according to the central axis of structures and are given in millimetres. The measurements of the leg and palpal segments were taken dorsally. The eye measurements were taken from the widest spans of the lens, AME in dorsal view, ALE, PLE and PME in dorsolateral view. The measurement of the total body length including cephalothorax and abdomen without spinnerets was made using a calliper.

The extent of tarsal and metatarsal scopulae on ventral side of both leg segments was expressed as a percentage of the total length of segment, from apical end.

The leg spination was described using a following method. Each leg segment was divided into four quadrants (ventral, prolateral, retrolateral and dorsal) and each quadrant described separately in basal, central and apical section. E.g. metatarsus I v 1-0-3 means that in the ventral plane (quadrant) there is one spine in basal section and three spines in apical section. If the bases of all three spine in apical section are located apically, then their position would be described by the term “apical” in brackets as in Bertani (2001). Unequal numbers of spines on

the right and left side of the same leg segment were expressed by parentheses.

The denticulation of paired tarsal claws is described separately for prolateral and retrolateral claw (prolateral/retrolateral).

The terminology of male palpal bulb structures follows Bertani (2000). The terminology of subapical apophyses on tibia I follows Vol (2000).

The abdominal urticating setae were removed from the area of urticating setae by forceps, placed in alcohol and examined by a binocular microscope Leica S6D. The terminology of urticating setae follows Cooke et al. (1972). The barbs of urticating setae whose tips are oriented to the seta base are considered as reversed.

The biogeographical regionalisation follows Morrone (2014).

Other material examined: *Bistriopelma* sp., female from Peru, Ayacucho (RKCP 0701, exuvia); *Euathlus truculentus* Ausserer 1875, male holotype (BMNH 1590); *Euathlus* sp., male from Chile, between Santiago de Chile and Valparaíso (RKCP 0293); *Phrixotrichus vulpinus* Karsch 1880, male and female from Chile (RKCP 0066, 0067).

Taxonomy

ORDER: ARANEAE CLERCK 1757

INFRAORDER: MYGALOMORPHAE POCOCK 1892

FAMILY: THERAPHOSIDAE THORELL 1869

SUBFAMILY: THERAPHOSINAE THORELL 1869

Bistriopelma gen. nov.

Type species: *Bistriopelma lamasi* sp. nov.

Diagnosis: *Bistriopelma* gen. nov. differs from all other theraphosid genera, except the genus *Phrixotrichus* Simon 1889 (sensu Perafán & Pérez-Miles 2014) and the troglobite species *Tmesiphantes hypogeus* Bertani, Bichuette & Pedroso 2013, in the presence of two abdominal dorsolateral patches of the type III urticating setae, each with a stripe of long reddish-brown thicker setae, arranged diagonally to the longitudinal body axis. *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Phrixotrichus* by the shape of spermathecae in females, consisting of two separate subparallel seminal receptacles in *Bistriopelma* gen. nov. but strongly divergent in *Phrixotrichus*, by the different morphology of the male palpal bulb having the embolus projecting retrolaterally from tegulum (contra posteriorly in *Phrixotrichus*, Figures 32–33), furthermore by the presence of basal spine on prolateral tibial apophysis (absent in *Phrixotrichus*), the absence of the type IV urticating setae and by paired tarsal claws denticulate (smooth in *Phrixotrichus*); from *Tmesiphantes hypogeus* by the position of urticating seta patch in the middle of abdomen (contra in posterior half in *Tmesiphantes hypogeus*), the well-developed scopulae on metatarsi I and II covering 90–100% of this leg segment (contra 30% in tarsi I and II in *T. hypogeus*), the presence of scopulae on metatarsi IV covering 25–30% of this leg segment in *Bistriopelma* gen. nov. (absent in *T. hypogeus*) and the different shape of spermathecae (long seminal receptacles with subapical constriction in *Bistriopelma* gen. nov. contra short, subtriangular and widely separated in *T. hypogeus*).

Affinities: *Bistriopelma* gen. nov. shares with *Tmesiphantes* Simon 1892, *Melloleitaoina* Gerschman de Pikelin & Schiapelli 1960 and *Magulla* Simon 1892 the type III urticating setae, the

reduced number of labial cuspules, the absence of stridulatory apparatus, similar morphology of male palpal bulb having two prolateral keels only, PS and PI, similar spermathecae consisting of two separate seminal receptacles with subapical constriction, except for *Tmesiphantes hypogeus*, and similar morphology of subapical apophyses on tibia I consisting of two unequal branches, prolateral tibial apophysis may be reduced or absent in some species.

Bistriopelma gen. nov. can be distinguished from *Tmesiphantes* by the urticating setae arranged in two dorsolateral patches (contra one patch in *Tmesiphantes*, except for *T. hypogeus* – see the Discussion), the absence of sexual dimorphism in urticating setae (only type III setae in both sexes of *Bistriopelma* gen. nov. contra setae of the type III or III+IV in males and type IV in females in *Tmesiphantes nubilus*, *T. caymmii* and *T. aridai* (Yamamoto et al. 2007; Gonzales-Filho et al. 2014) or type IV in males and type III in females in *Tmesiphantes riopretano* and *T. perp* (Guadanucci & Silva 2012)), furthermore by the well-developed scopulae on metatarsi I and II covering 90–100% of this leg segment (contra 0–50% in metatarsi I and 0–30% in metatarsi II in *Tmesiphantes*) and the presence of scopulae on metatarsi IV covering 25–30% of this leg segment in *Bistriopelma* gen. nov. but absent or only apically present in *Tmesiphantes*. Males of *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Tmesiphantes* by the mutual position of PS and PI keel which are in close proximity in *Bistriopelma* gen. nov. (Figures 9–10) but widely separated in *Tmesiphantes* (Yamamoto et al. 2007: figures 3–5, 9–11, 14–16, 21–23; Guadanucci & Silva 2012: figures 3–5, 11–13; Gonzales-Filho et al. 2014: 1–3; Fabiano-da-Silva et al. 2015: figures 2–4).

Bistriopelma gen. nov. can be distinguished from *Melloleitaoina* by the urticating setae arranged in two dorsolateral patches (contra one patch in *Melloleitaoina*), the absence of sexual dimorphism in urticating setae (only type III setae in both sexes of *Bistriopelma* gen. nov. contra setae of intermediate morphology between the types III and IV in males and type IV setae in females in *Melloleitaoina uru* and *M. yupanqui* (Perafán & Pérez-Miles 2014)), furthermore by the well-developed scopulae on metatarsi I and II covering 90–100% of this leg segment (contra 5–50% in metatarsi I and 5–30% in metatarsi II in *Melloleitaoina*) and the presence of scopulae on metatarsi IV covering 25–30% of this leg segment in *Bistriopelma* gen. nov. but absent in *Melloleitaoina*. Males of *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Melloleitaoina* by the mutual position of PS and PI keel which are in close proximity in *Bistriopelma* gen. nov. (Figures 9–10) but widely separated in *Melloleitaoina* (Perafán & Pérez-Miles 2014: figures 3–5, 9–10, 16–17, 26–27).

Bistriopelma gen. nov. can be distinguished from *Magulla* by the absence of the type IV urticating setae and the shape of the urticating seta patch (two dorsolateral patches of the type III setae in *Bistriopelma* gen. nov. contra two dorsolateral patches of the type III setae joined with a dorsal patch of type IV setae in *Magulla*), furthermore by the well-developed scopulae on metatarsi I and II covering 90–100% of this leg segment (contra 16–50% in metatarsi I and 16–40% metatarsi II in *Magulla*) and the presence of scopulae on metatarsi IV covering 25–30% of this leg segment in *Bistriopelma* gen. nov. but absent in *Magulla*. Males of *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Magulla* by the mutual position of PS and PI keel which

are in close proximity in *Bistriopelma* gen. nov. (Figures 9–10) but widely separated in *Magulla* (Indicatti et al. 2008: figures 2 A–C, F–H, K–M). Females of *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Magulla* by the absence of subapical ventral loop on seminal receptacles (present in *Magulla*).

Bistriopelma gen. nov. shares with *Phrixotrichus* Simon 1889 the urticating setae arranged in two dorsolateral patches, the presence of type III urticating setae, the reduced number of labial cuspules, with *Euathlus* Ausserer 1875 and *Phrixotrichus* the the absence of stridulatory apparatus, the presence of two subequal prolateral keels in male palpal morphology, PS and PI, and the similar morphology of subapical apophyses on tibia I consisting of two unequal branches. It differs from *Phrixotrichus* and *Euathlus* in the absence of type IV urticating setae, the presence of denticulation on paired tarsal claws, the spermathecal shape and the male palpal bulb morphology (embolus is projecting retrolaterally from tegulum in *Bistriopelma* gen. nov. contra posteriorly in *Phrixotrichus* and *Euathlus*, see Figures 32–33, 34–36; Perafán & Pérez-Miles 2014: figures 4A, 4B, 5A, 5B, 6C, 6D, 7A, 7B, 8B, 8C, 9A, 9B, 10A, 10B). The separate seminal receptacles in *Bistriopelma* sp. nov. are subparallel but strongly divergent in *Phrixotrichus* and *Euathlus* (Perafán & Pérez-Miles 2014).

Bistriopelma gen. nov. shares with *Agnostopelma* Pérez-Miles & Weinmann 2010 the urticating setae of the type III, the reduced number of labial cuspules, the denticulation of paired tarsal claws, the absence of stridulatory apparatus and the presence of two prolateral keels, PS and PI, in male palpal bulb. *Bistriopelma* gen. nov. can be distinguished from *Agnostopelma* Pérez-Miles & Weinmann 2010 by the absence of the type IV urticating setae, the presence of scopulae on tarsi IV (absent in *Agnostopelma*), the presence of two subapical apophyses on tibia I (none in *Agnostopelma*), the different morphology of male palpal bulb (embolus long and tapering, projecting retrolaterally from tegulum in *Bistriopelma* gen. nov. contra short and stout embolus projecting posteriorly in *Agnostopelma*), the well-developed scopulae on metatarsi I and II covering 90–100% of this leg segment (contra 0–50% in metatarsi I and II in *Agnostopelma*), the presence of scopulae on metatarsi IV covering 25–30% of this leg segment in *Bistriopelma* gen. nov. but absent in *Agnostopelma* and the different spermathecal shape in females (seminal receptacles are separated in *Bistriopelma* gen. nov. but basally fused in *Agnostopelma*).

Etymology: The generic name refers to the abdominal morphology with the type III urticating setae arranged in two (lat. *bi-*) dorsolateral patches, each with a stripe (lat. *stria*) of long reddish-brown thicker setae, arranged diagonally to the longitudinal body axis.

General description

The genus *Bistriopelma* comprises small up to medium-sized spiders, with total length 19.3 up to 24.8 mm, excluding chelicerae and spinnerets. Carapace oval, uniformly coloured. Caput domed. Ocular tubercle oval (Figures 4, 16, 25), strongly elevated, distinctly wider than longer, with eight eyes, anterior eye row slightly procurved, posterior row recurved in dorsal view. Clypeus indistinct to narrow. Fovea transverse, straight, deep or absent in *Bistriopelma matuskai* sp. nov. and *Bistriopelma* sp. from Peru, Ayacucho. Chelicerae without rastellum and stridula-

tory bristles, with teeth on promargin (7–10), first basal teeth are complemented with granulation. Labium domed, wider than longer, with reduced number of cuspules in anterior third (2–5), maxillae with 88–142 cuspules in basal third on ventral side. Almost all cuspules are located on indistinctly or distinctly elevated area called tubercle in the following text. Anterior apical two thirds of ventral maxillae covered with very short spiniform setae (Figures 20, 29). Maxillary lobe pronounced into conical process. Labiosternal groove distinct, shallow and flat, with two joined elongated sigilla. Sternum oval, with three pairs of small, oval sigilla located near coxae III, coxae II and coxae I, posteriorly separated from the margin approximately by their own 3.5–7.0 diameters. Legs uniformly hirsute. Leg pattern (from longest to shortest): I>IV>II>III (male holotype of *Bistriopelma lamasi* sp. nov.; female holotype *Bistriopelma matuskai* sp. nov.) or IV>I>II>III (female paratype of *Bistriopelma lamasi* sp. nov.). Leg segments: generally uniform to slightly incrassate on femur III in males.

Dense scopulae on ventral side of all tarsi, metatarsi I–II 90–100% scopulate, posterior metatarsi partly scopulate, scopulae more extended on anterior than on posterior legs. Tarsal scopulae I, II usually undivided, on tarsi III, IV usually divided by longitudinal band of setae. Retrolateral side of femur IV and prolateral side of femur I without pad of plumose setae. Maxillary and trochanteral stridulatory setae or bristles absent. Spination as in species descriptions. Dorsal face of all tarsi and cymbium with two irregular longitudinal rows of very short claviform trichobothria. Paired tarsal claws with teeth (0–6), third claw absent in all tarsi. Claw tufts dense, bilobate, present on all tarsi.

Abdomen uniformly coloured, with two pale dorsolateral stripes of urticating setae (Figures 7, 19, 28). Urticating setae of type III. Four spinnerets present. PLS composed of three digitiform segments. PMS digitiform, mono-segmented.

Male palpal organ with a narrow embolus projecting retrola-

terally from tegulum, sigmoidly curved (Figures 9–10), with two close subparallel prolateral keels, PS and PI. Tegulum with short regular apophysis, projecting anteriorly. Cymbium dorsally with spiniform setae, prolateral cymbial lobe distinctly larger than retrolateral lobe. Two unequal tibial apophyses are present on tibia I (Figure 11): a longer ventral tibial apophysis, with short apical spine and a shorter prolateral tibial apophysis with single, retrolateral spine at base. Metatarsus I not sigmoidly curved, without basal or median protuberance on retrolateral face. It contacts the ventral tibial apophysis when flexed.

Females with spermathecae composed of two separated seminal receptacles, each with subapical constriction and without sclerotized basal plates (Figures 12, 13). Both oval apical lobes in *Bistriopelma lamasi* sp. nov. with two ventral sclerotized projections (Figure 12). Both seminal receptacles can be sclerotized with large granules or fine-grained.

***Bistriopelma lamasi* sp. nov.**

Figures 1–12, 14–20, 30, Table 1–2, 4

Types: Male holotype (MUSM-ENT 0506555) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas, altitude 4.000 m a.s.l., April 21, 1974, G. Lamas M. col.; female paratype (MUSM-ENT 0507717) from Peru, Ayacucho, Reserva Nacional Pampa Galeras, Lucanas, 14°37.533'S 74°17.355'W, 3.749 m a.s.l., 25.IX.2014, R. Kaderka col.

Diagnosis: Females of *Bistriopelma lamasi* sp. nov. differ from *B. matuskai* sp. nov. in the presence of a deep fovea (absent in *B. matuskai* sp. nov.), seminal receptacles with large granules (fine-grained in *B. matuskai*), different leg pattern in females (IV>I>II>III in *B. lamasi* sp. nov. and I>IV>II>III in *B. matuskai* sp. nov.), the well-developed basal tubercle covered with cuspules (Figure 20), indistinct in *B. matuskai* sp. nov., and different setation on ventral maxilla (see Figures 20, 29; marked by arrows).



Figure 1. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., female paratype (MUSM-ENT 0507717) from Peru, Ayacucho, Reserva Nacional Pampa Galeras, Lucanas. Habitus, dorsal view.



Figure 2. Natural habitat of *Bistriopelma lamasi* sp. nov. in Peru, Ayacucho, Reserva Nacional Pampa Galeras, Lucanas, approximately at 4,000 m a.s.l.

Etymology: The specific epithet is dedicated to Dr. Gerardo Lamas Müller, Peruvian entomologist and systematist specialized in butterflies (Lepidoptera), who collected this species approximately forty years ago.

Distribution (Figures 2, 37): Known only from the type locality.

MALE (MUSM-ENT 0506555): Total length: 19.26, carapace (Figure 3), length 9.36, width 8.75, chelicerae with 8 teeth on promargin. Cheliceral teeth pattern from the basal end: right side: V-V-VVVV-V-V. Left side: V-V-VVVV-V-V. Anterior eye row slightly procurved, posterior eye row slightly recurved. Eye sizes and interdistances: AME 0.286 (circular), ALE 0.317 (subcircular), PME 0.234 (oval), PLE 0.286 (subcircular), AME-AME 0.234, AME-ALE 0.083, PME-PME 0.572, PME-PLE 0.078, ALE-PLE 0.156, AME-PME 0.057, OQ length 0.689, width 1.261. Ocular tubercle strongly elevated, almost rounded (Figures 4, 8), length 1.092, width 1.261, clypeus narrow, indistinct. Fovea transverse, straight, deep, width 1.17, 6.62 from the anterior edge of carapace. Labium length 1.35, width 1.76, anterior third with 5 cuspules, maxillae with 111–112 cuspules, located in basal tubercles, except few of them (Figure 5). Sternum (Figure 6), length 4.47, width 4.27, three pairs of sternal sigilla located near coxae III (oval 0.221, 0.78 from the edge of sternum), coxae II (oval 0.156, 0.65 from the edge of sternum) and near coxae I. Leg pattern: I>IV>II>III. Incrassate leg segments: slightly incrassate femur III.

Scopulae: All tarsi, 100% scopulate, metatarsi I–II 100%, metatarsi III 50% scopulate, metatarsi IV 25% scopulate. Tarsi I with scopula entire, tarsi II with scopula entire, with very thin longitudinal row of long setae, tarsi III–IV divided by a band of setae. Dorsal face of all tarsi and cymbium with two irregular longitudinal rows of very short claviform trichobothria. Denticulation pattern of paired tarsal claws on right leg (prolateral

/ retrolateral row): I 6/6, II 6/5, III 2/2, I 2/2. Plumose setae on retrolateral face of femur IV absent. Maxillary and trochanteral stridulatory bristles absent.

Spination: femora I p 0-0-1, II d 0-2-1, III d 0-0-2, IV 0 and femora of palps 0; patellae I 0, II p 0-1-1, III–IV 0 and patellae of palps 0; tibiae I v 2-1-1, p 0-1-1, II v 0-3-3 (apical), p 0-1-1, r 0-1-0, III v 1-2-0, p 2-2-1, r 1-1-0, IV p 0-2-1, r 1-1-1 and tibiae of palps p 0-1-1; metatarsi I v 0-0-1 (apical), II v 0-0-3 (apical), p 1-1-1, r 0-1-0, III v 3-2-3 (apical), p 1-1-1, r 1-1-1, IV v 2-2-3 (apical), p 0-1-1, r 1-1-1, tarsi I–IV and tarsi of palps 0.

Palpal bulb (Figures 9–10): with a narrow embolus projecting retrolaterally from tegulum, sigmoidly curved, and two close sub-parallel keels, PS and PI, PI without tooth or teeth. Tegulum with short tegular apophysis. Cymbium dorsally with spiniform setae, prolateral cymbial lobe distinctly larger than retrolateral lobe, not covered with spiniform setae. Two unequal tibial apophyses present on tibia I (Figure 11): a ventral tibial apophysis with a single apical spine, a prolateral tibial apophysis with a single inner spine, approximately of the same length as the apophysis. Metatarsus I contacts the ventral tibial apophysis when flexed.

Abdomen (Figure 7) with type III urticating setae located in two dorsolateral patches, 4.06 distant from each other. Urticating setae patch: length 3.81, width 1.37. Abdomen length 9.77, width 6.31. PLS triarticulated, length 2.97, basal segment 1.46, middle segment 0.55, apical segment 0.96, all digitiform. PMS monoarticulated, length 0.91.

Coloration: lost due to a long preservation in alcohol.

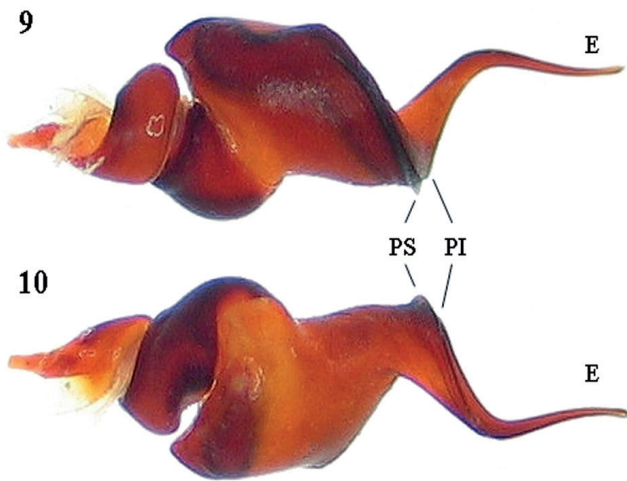
FEMALE (MUSM-ENT 0507717) (Figure 1): Total length: 24.80, carapace length 9.57, width 8.86, caput elevated (Figure 14), chelicerae with 10 teeth on promargin, with granulation near last two basal teeth. Cheliceral teeth pattern from the basal end: right side: V-VvvvvVVvV. Left side: V-VvvvvVVV. Anterior eye row slightly procurved, posterior eye row recurved.



Figures 3 – 8. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., male holotype (MUSM-ENT 0506555) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas. **3.** Carapace, dorsal view. **4.** Ocular tubercle, dorsal view. **5.** Maxillae and labium with reduced number of cuspules, ventral view. **6.** Sternum, labium, maxillae and coxae, ventral view. **7.** Abdomen with oval patch of urticating setae, dorsolateral view. **8.** Carapace with strongly elevated eye tubercle, lateral view. Scale bar = 1 mm (Figures 4, 5), scale bar = 10 mm (Figures 3, 6, 7, 8).

Eye sizes and interdistances: AME 0.338 (circular), ALE 0.377 (oval), PME 0.260 (oval), PLE 0.398 (oval), AME-AME 0.156, AME-ALE 0.104, PME-PME 0.572, PME-PLE 0.065, ALE-PLE 0.182, AME-PME 0.112, OQ length 0.910, width 1.287. Ocular tubercle almost circular, strongly elevated (Figure 16), length 1.274, width 1.287, clypeus narrow. Fovea transverse, straight, width 1.38, 7.13 from the anterior edge of carapace. Labium length 1.52, width 2.05, anterior third with 5 cuspules, maxillae with 88–142 cuspules, located in distinct basal

tubercles, except few of them (Figure 20). Sternum (Figures 15, 30), length 5.40, width 4.52, three pairs of small and narrow sternal sigilla located near coxae III (oval 0.140, 0.962 from the edge of sternum), coxae II (oval 0.130, 0.910 from the edge of sternum) and near coxae I (oval 0.104, 0.728 from the edge of sternum). All sigilla distant approximately 7 diameters from the edge of carapace. Sternum covered with long pale setae. Leg pattern: IV>I>II>III. Incrassate leg segments absent. Maxillary and trochanteral stridulatory bristles absent.



Figures 9–10. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., male holotype (MUSM-ENT 0506555) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas. Morphology of right palpal bulb, (9) prolateral view, (10) retrolateral view. PS = prolateral superior keel, PI = prolateral inferior keel, E = embolus.

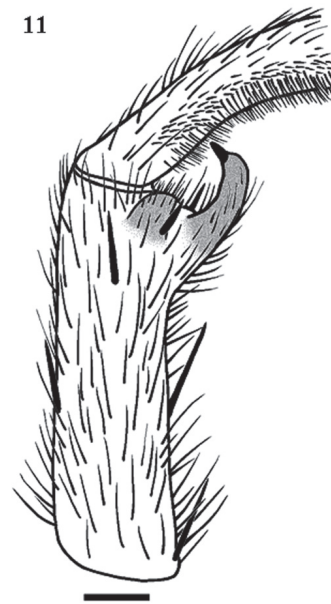
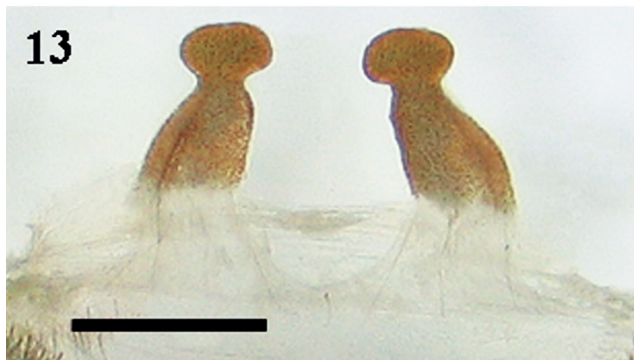
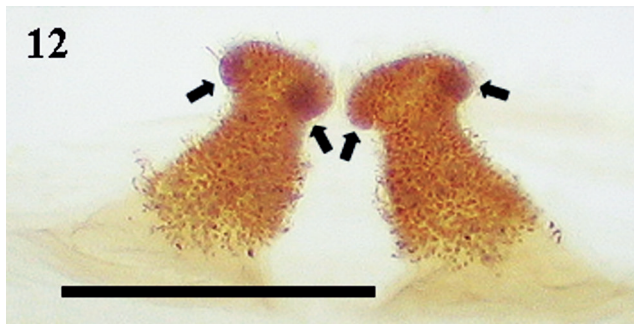


Figure 11. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., male holotype (MUSM-ENT 0506555) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas. Left tibia I with two apophyses, prolaterally ventral view. Scale bar = 1 mm.



Figures 12–13. 12. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., female paratype (MUSM-ENT 0507717) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas. Spermathecae with large granules, each receptacle distally terminated with transverse oval lobe, having two ventral projections (marked by arrows), ventral view. 13. *Bistriopelma matuskai* sp. nov., female paratype (MUSM-ENT 0507716) from Peru, Apurimac, Abancay, Nevado de Ampay. Spermathecae with two fine-grained seminal receptacles, each distally terminated with rounded lobe, ventral view. Scale bar = 1 mm.

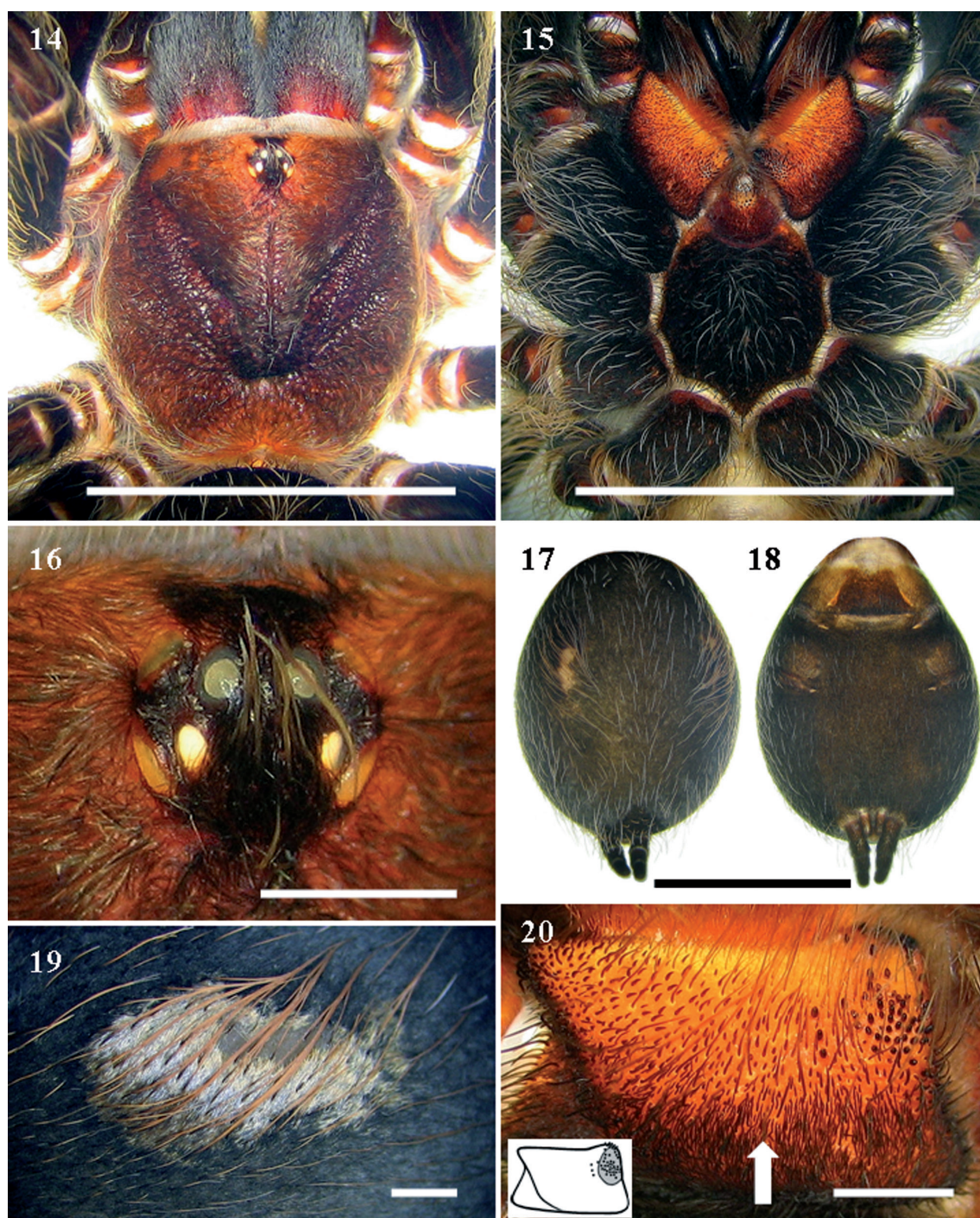
Scopulae: All tarsi 100% scopulate, metatarsi I–II 100%, metatarsi III 40% scopulate, metatarsi IV 30% scopulate. Tarsi I–II with scopula entire, tarsi III–IV divided by a wide band of setae. Dorsal face of all tarsi with two irregular longitudinal rows of very short claviform trichobothria. All paired tarsal claws with 2–4 teeth on each segment: I: 4/4, II: 3/4, III: 2/3, IV: 2/2. Plumose setae on retrolateral face of femur IV absent. Prolateral face of coxa I densely covered with short spiniform setae in basal half.

Spination: femora I–IV and femora of palps 0; patellae I–IV and patellae of palps 0; tibiae I 0, II v 0-0-1 (apical), III v 0-0-2 (apical), p 0-1-0, IV 0 and tibiae of palps v 0-0-2 (apical); metatarsi I v 0-0-1 (apical), II v 1-0-3 (apical), III v 0-0-2 (apical), p 1-1-1, r 0-0-1, IV v 0-1-3 (apical), p 0-1-1, r 0-1-0, tarsi I–IV and tarsi of palps 0.

Spermatheca (Figure 12): two separated seminal receptacles with large granules, each distally terminated with transverse oval lobe, having two ventral projections.

Abdomen (Figures 17, 18) with type III urticating setae located in two dorsolateral patches (Figure 19), 6.30 distant from each other. Urticating setae patch: length 4.83, width 2.44. PLS triarticulated, length 4.00, basal segment 1.74, middle segment 1.07, apical segment 1.19, all digitiform. PMS monoarticulated, length 1.20.

Coloration: dorsal view: dark brown, legs and abdomen covered with long pale setae, except for two abdominal dorsolateral patches of urticating setae covered with long reddish-brown thicker setae, arranged diagonally to the longitudinal body axis. Patellae I, II and palpal patella with two almost equal longitudinal stripes without covering pubescens, patellae III, IV with two unequal diagonal stripes. Tibiae with two longitudinal stripes. Ventral view: dark brown, except reddish brown maxillae and labium. Legs covered with long pale setae.



Figures 14 – 20. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., female paratype (MUSM-ENT 0507717) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas. **14.** Carapace, dorsal view. **15.** Sternum, labium, maxillae and coxae, ventral view. **16.** Ocular tubercle, dorsal view. **17–18.** Abdomen, (**17**) dorsal and (**18**) ventral view. **19.** Left patch of urticating setae, lateral view. **20.** Right maxilla, ventral view. Arrow shows the different setation in comparison with *B. matuskai* sp. nov. Dark area in inserted drawing represents distinctly elevated area on ventral maxilla called tubercle. Scale bar = 1 mm (Figures 16, 19, 20), scale bar = 10 mm (Figures 14, 15, 17, 18).

***Bistriopelma matuskai* sp. nov.**

Figures 13, 21–29, 31, Table 3, 4

Types: Female holotype (MUSM-ENT 0507716) from Peru, Apurimac, Abancay, Nevado de Ampay, 13°34.182'S 72°53.791'W, 4.003 m a.s.l., September 23, 2014, R. Kaderka col.; female paratype (MUSM-ENT 0507712) from Peru, Apu-

rimac, Abancay, Nevado de Ampay, 13°34.147'S 72°54.396'W, 4.398 m a.s.l., September 23, 2014, R. Kaderka col.

Diagnosis: Females of *Bistriopelma matuskai* sp. nov. differ from *B. lamasi* sp. nov. in the absence of fovea, fine-grained seminal receptacles in females (large granules in *B. lamasi*), the different leg pattern in females (I>IV>II>III in *B. matuskai* sp. nov. and IV>I>II>III in *B. lamasi* sp. nov.), the undeveloped



Figures 21. *Bistriopelma matuskai* sp. nov., female holotype (MUSM-ENT 0507716) from Peru, Apurimac, Abancay, Nevado de Ampay. Habitus, dorsal view.



Figures 22. Natural habitat of *Bistriopelma matuskai* sp. nov. in Peru, Apurimac, Abancay, Nevado de Ampay, approximately at 4,300 m a.s.l.

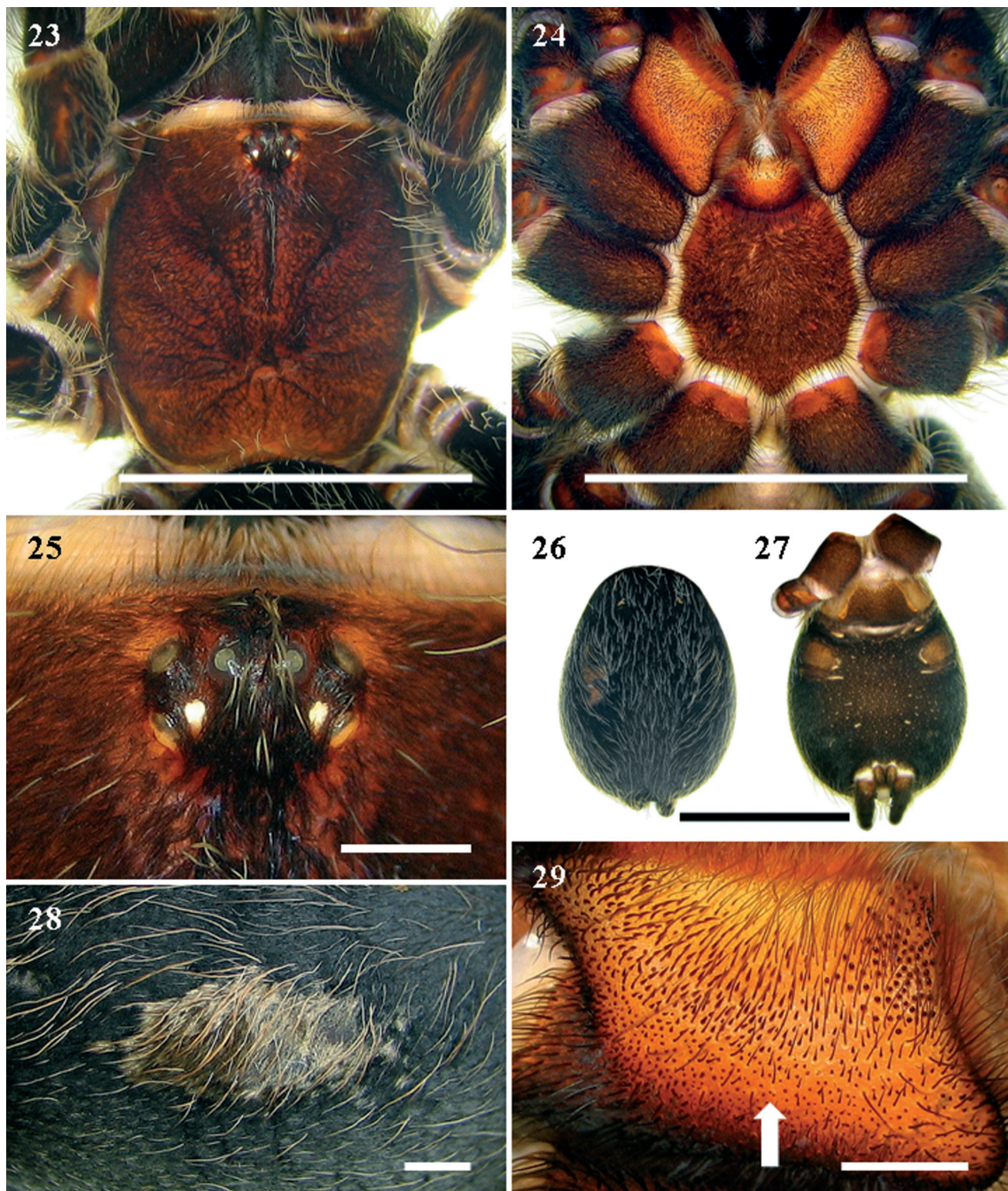
basal tubercle covering with cuspules and different setation of ventral maxilla (Figures 20, 29).

Etymology: The specific epithet is dedicated to Ondřej Matuška, my brother-in-law, who accompanied me during my field research.

Distribution (Figures 22, 37): Known only from the type locality.

FEMALE HOLOTYPE (MUSM-ENT 0507716) (Figure 21): Total length: 24.39, carapace (Figure 23), length 10.27,

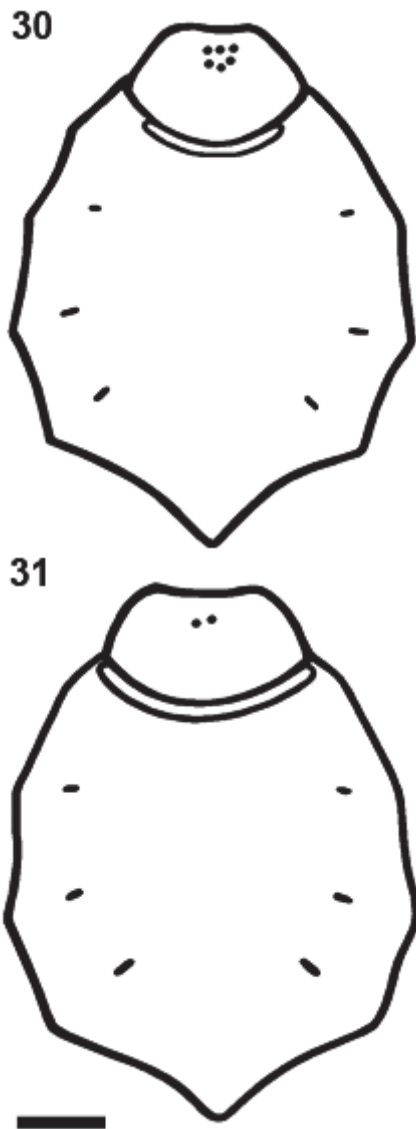
width 9.09, chelicerae with 8-10 teeth on promargin. Cheliceral teeth pattern from the basal end: right side: V-VVVVVV-V. Left side: V-V-VVVVVVV-V. Anterior eye row slightly procurved, posterior eye row recurved. Eye sizes and interdistances: AME 0.343 (circular), ALE 0.351 (oval), PME 0.299 (drop-like), PLE 0.364 (oval), AME-AME 0.273, AME-ALE 0.247, PME-PME 0.780, PME-PLE 0.083, ALE-PLE 0.286, AME-PME 0.195, OQ length 0.845, width 1.664. Ocular tubercle strongly elevated, length 1.404, width 1.664 (Figure 25), clypeus narrow, 0.286. Fovea absent, the posterior end of



Figures 23.–29. *Bistriopelma matuskai* sp. nov., female holotype (MUSM-ENT 0507716) from Peru, Apurimac, Abancay, Nevado de Ampay. **23.** Carapace, dorsal view. **24.** Sternum, labium, maxillae and coxae, ventral view. **25.** Ocular tubercle, dorsal view. **26–27.** Abdomen, (**26**) dorsal and (**27**) ventral view. **28.** Left patch of urticating setae, lateral view. **29.** Right maxilla, ventral view. Arrow shows the different setation in comparison with *B. lamasi* sp. nov. Scale bar = 1 mm (Figures 28, 29), scale bar = 10 mm (Figures 23–27).

caput 7.4 from the anterior edge of carapace. Labium length 1.40, width 2.39, anterior third with 2 cuspules, maxilla with 94–115 cuspules, located in indistinct basal tubercles (Figure 29). Sternum (Figures 24, 31), length 5.57, width 4.67, three pairs of sternal sigilla located near coxae III (oval 0.255, 1.040 from the edge of sternum), coxae II (oval 0.177, 0.754 from the edge of sternum) and near coxae I (oval 0.156, 0.546 from the edge of sternum). All sigilla distant approximately 3.5–4.3 diameters from the edge of carapace. Sternum without long pale setae. Leg pattern: I>IV>II>III. Incrassate leg segments absent. Maxillary and trochanteral stridulatory bristles absent.

Scopulae: All tarsi, 100% scopulate, metatarsi I 100%, metatarsi II 90%, metatarsi III 50% scopulated, metatarsi IV 25% scopulate. Tarsi I–II with scopula entire, tarsi III–IV divided by a wide band of setae. Dorsal face of all tarsi with two irregular longitudinal rows of very short claviform trichobothria. All paired tarsal claws with 0–4 teeth on each segment: I: 4/3, II: 2/2, III: 0/0, IV: 2/3. Plumose setae on retrolateral face of femur IV absent, retrolateral face partly bare. Prolateral face of coxa I densely covered with short spiniform setae.

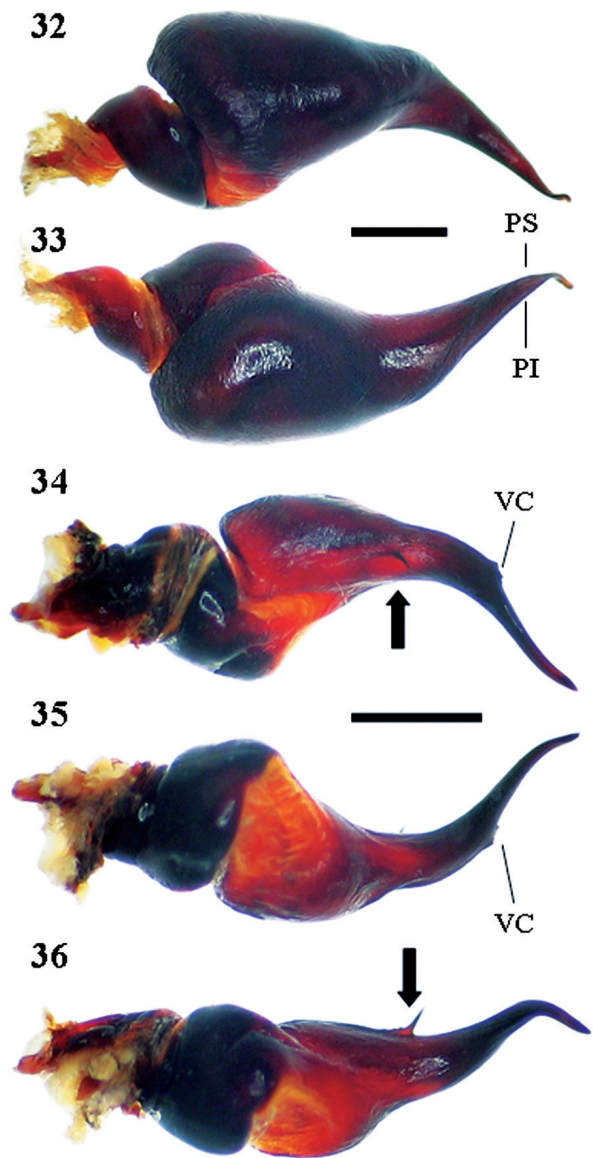


Figures 30.–31. 30. *Bistriopelma lamasi* sp. nov., female paratype (MUSM-ENT 0507717) from Peru, Ayacucho, Reserva Pampa Galeras, Lucanas, labium, labiosternal suture and sternum with sigilla, ventral view. 31. *Bistriopelma matuskai* sp. nov., female holotype (MUSM-ENT 0507716) from Peru, Apurimac, Abancay, Nevado de Ampay, labium, labiosternal suture and sternum with sigilla, ventral view. Scale bar = 1 mm.

Spination: femora I–IV and femora of palps 0; patellae I–IV and patellae of palps 0; tibiae I 0, II v 0-0-1 (apical), III v 0-0-1 (apical), IV 0 and tibiae of palps 0; metatarsi I 0, II v 0-0-3 (apical), III v 0-(0-1)-2 (apical), p 0-1-1, r 0-1-1, IV v 0-1-2 (apical), r 0-1-1, tarsi I–IV and tarsi of palps 0.

Spermathecae (Figure 13): two separated seminal receptacles, fine-grained, each distally terminated with rounded lobe.

Abdomen (Figures 26, 27) with type III urticating setae located in two dorsolateral patches (Figure 28), 4.60 distant from each other. Urticating setae patch: length 4.42, width 2.03. PLS triarticulated, length 4.37, basal segment 1.95, middle segment 1.12, apical segment 1.30, all digitiform. PMS monoarticulated,



Figures 32.–36. 32.–33. *Phrixotrichus vulpinus* Karsch 1880, male (RKCP 0067) from Chile. Morphology of left palpal bulb, (32) retrolateral view, (33) prolateral view. 34.–36. *Euathlus* sp., male (RKCP 0293) from Chile. Morphology of right palpal bulb, (34) prolateral view, (35) retrolateral view, (36) dorsal view. Arrows show a row of teeth ending in a short spine, unusually located on prolateral face of tegulum. PS = prolateral superior keel, PI = prolateral inferior keel, VC = ventral crest. Scale bar = 1 mm

length 1.17.

Coloration: dorsal view: dark brown, legs and abdomen covered with long pale setae, except two abdominal dorsolateral patches of urticating setae covered with long reddish-brown thicker setae, arranged diagonally to the longitudinal body axis. Patellae I, II and palpal patella with two almost equal longitudinal stripes without covering pubescens, patellae III, IV with two unequal diagonal stripes. Tibiae with two such longitudinal stripes, more distinct in posterior legs. Ventral view: dark brown, except reddish brown maxillae and labium.

MALE: unknown.

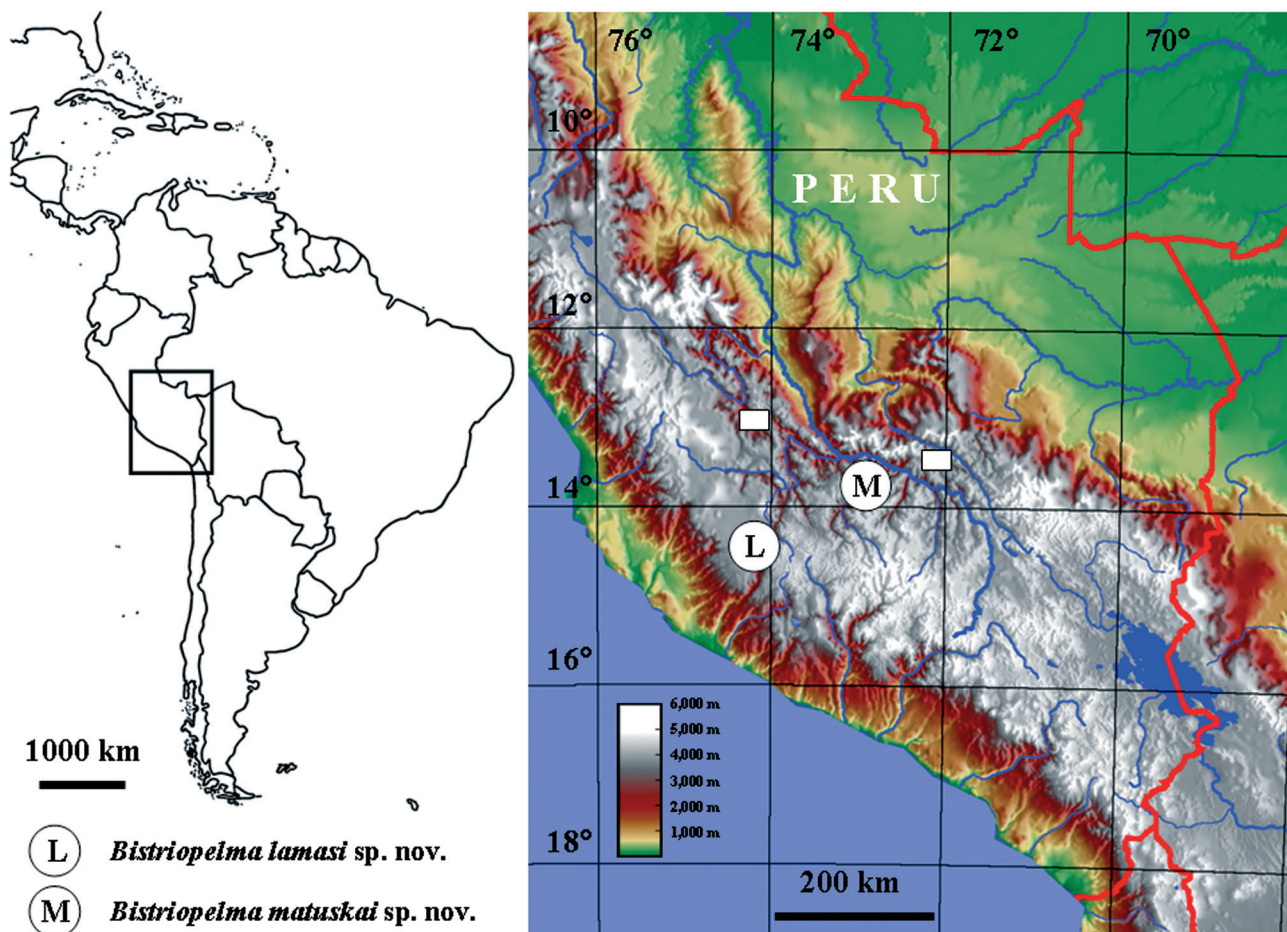


Figure 37. Distribution map of the genus *Bistriopelma* gen. nov. in Peru. White rectangles represent further records of this genus.

Biological and ecological notes: The genus *Bistriopelma* gen. nov. comprises the fossorial, cold-adapted spiders inhabiting altitudes of approximately 3,500–4,500 m a.s.l. in the Peruvian Andes, in Puna biogeographical province (Figures 2, 22, 37). The typical habitat for this genus are mountain grass slopes covered with stones under which spiders have their burrows. The average annual temperature in distribution area of both new species is 9.5–11.2°C and the temperature in these altitudes may fall to near zero. The average annual precipitation in distribution area is 600–800 mm, with a maximum in January–March (100–150 mm) and with a rainfall minimum in May–August (5–15 mm).

Discussion

Apart from the genera *Bistriopelma* gen. nov. and *Phrixotrichus*, *Tmesiphantes hypogeus* is another species with the type III urticating setae arranged in two dorsolateral patches. However, both patches are located in posterior half of abdomen (contra middle of abdomen in *Bistriopelma* gen. nov. and *Phrixotrichus*). As the male of *Tmesiphantes hypogeus* is unknown, this species was putatively included in *Tmesiphantes* because of the almost circular sternum, the low number of labial cuspules, the presence of the type III urticating setae, widely separated seminal receptacles that taper to their apex and the geographical affinity (Bertani et al. 2013).

A similar arrangement of urticating setae in two dorsolateral patches is also present in *Magulla* but both patches are joined with a bigger dorsal patch of the type IV setae (Indicatti et

al. 2008). *Magulla* also shares with *Bistriopelma* gen. nov. the elevated caput, a weak spination, especially in females (26–29 spines in described types of *Magulla* and 17–24 in both types of *Bistriopelma* gen. nov.) and denticulation of paired tarsal claws.

While *Bistriopelma* gen. nov. inhabits Puna biogeographical province in the Peruvian Andes and *Melloleitaoia*, a closely related genus to *Tmesiphantes* (Pérez-Miles et al. 1996; Yamamoto et al. 2007), the adjacent Yungas and Monte biogeographical provinces in the northern Argentina (Perafán & Pérez-Miles 2014), the genera *Tmesiphantes* and *Magulla* are known only from the Xingu-Tapajós, Atlantic and Parana Forest biogeographical provinces in the most eastern Brazilian states (Yamamoto et al. 2007; Indicatti et al. 2008; Guadanucci & Silva 2012; Bertani et al. 2013; Gonzales-Filho et al. 2014; Fabiano-da-Silva et al. 2015). Fabiano-da-Silva et al. (2015) examined all species of the genera *Tmesiphantes* and *Melloleitaoia* and the authors are persuaded that all previous diagnoses fail to separate them from each other due to interspecific morphological variations and it is very likely that these two genera are synonym. (Fabiano-da-Silva et al. 2015). A molecular analysis based on an appropriate set of loci would help to resolve the mutual position of both taxa which are known to date only from two geographically isolated areas.

On the other hand, representatives of the genera *Euathlus* and *Phrixotrichus* are known only from Chile and Argentina (Nequén, Catamarca), from both sides of the Andes (Perafán & Pérez-Miles 2014; Schiapelli & Gerschman de Pikelin 1963). The *Phrixotrichus* species were found in low altitudes (50–150 m

Table 1: *Bistriopelma lamasi* sp. nov. Male holotype. Lengths of palpal and leg segments:

	Femur	Patella	Tibia	Metatarsus	Tarsus	Total
Palp	5.60	3.36	5.29	-	2.08	16.33
Leg I	8.75	4.38	6.11	6.52	4.17	29.93
Leg II	8.26	3.85	5.70	5.46	4.17	27.44
Leg III	7.02	4.38	3.36	5.24	4.07	24.07
Leg IV	8.24	3.56	5.60	6.92	4.48	28.80

Table 2: *Bistriopelma lamasi* sp. nov. Female paratype. Lengths of palpal and leg segments:

	Femur	Patella	Tibia	Metatarsus	Tarsus	Total
Palp	5.75	3.16	4.07	-	4.27	17.25
Leg I	8.45	4.78	5.80	4.78	3.77	27.58
Leg II	6.82	3.97	4.28	3.97	3.66	22.70
Leg III	5.55	3.26	3.26	3.77	3.26	19.10
Leg IV	8.75	4.48	5.55	6.31	4.58	29.67

Table 3: *Bistriopelma matuskai* sp. nov. Female holotype. Lengths of palpal and leg segments:

	Femur	Patella	Tibia	Metatarsus	Tarsus	Total
Palp	5.19	3.21	3.46	-	3.97	15.83
Leg I	7.63	4.89	5.19	4.23	3.41	25.35
Leg II	6.52	4.17	4.17	3.66	3.36	21.88
Leg III	5.09	3.41	2.80	3.77	2.95	18.02
Leg IV	6.57	4.07	4.27	4.99	3.46	23.36

Table 4: Spination of female paratype of *Bistriopelma lamasi* sp. nov. and female holotype of *Bistriopelma matuskai* – comparison (*B. lamasi* sp. nov. / *B. matuskai* sp. nov.):

	Femur	Patella	Tibia	Metatarsus	Tarsus
Palp	0 / 0	0 / 0	v 1-2 / 0	- / -	0 / 0
Leg I	0 / 0	0 / 0	0 / 0	v 1 / 0	0 / 0
Leg II	0 / 0	0 / 0	v 1 / v 1	v 4 / v 3	0 / 0
Leg III	0 / 0	0 / 0	v 2, p 1 / v 1	v 2, p 3, r 1 / v 2-3, p 2, r 2	0 / 0
Leg IV	0 / 0	0 / 0	0 / 0	v 4, p 2, r 1 / v 3, r 2	0 / 0

a.s.l.) in the central Chile but some *Euathlus* species in altitudes reaching up to 3,200 m a.s.l. in the southern end of the Atacama biogeographical province in the northern Chile (Perafán & Pérez-Miles 2014).

Finally, *Bistriopelma* gen. nov. and *Agnostopelma* occur in similar habitats of the Andean mountain range, preferring altitudes above 3,000 m a.s.l., with an average annual temperature of 9–11°C. However, in contrast to *Bistriopelma* gen. nov. *Agnostopelma* inhabits the Paramo biogeographical province in the Colombian Andes.

The unique biogeographic area occupied by *Bistriopelma* gen. nov. and its distinctive morphological characteristics bring support to the naming of a new taxon for this group of theraphosid spiders.

Acknowledgement

I would like to express my gratitude to Diana Silva Dávila from Museo de Historia Natural, Lima, Peru for her assistance during my visit to the MUSM spider collection and for comments on an earlier version of this manuscript, to Rogério Bertani and two anonymous reviewers for valuable comments on the manuscript and to my wife for her support and love.

Literature cited

- Bertani R. 2000. Male palpal bulbs and homologous features in Theraphosinae (Araneae: Theraphosidae). The Journal of Arachnology, 28: 29–42. [http://dx.doi.org/10.1636/0161-8202\(2000\)028\[0029:MPBAHF\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1636/0161-8202(2000)028[0029:MPBAHF]2.0.CO;2)
- Bertani R. 2001. Revision, cladistic analysis, and zoogeography of Vitalius, Nhandu, and Proshapalopus; with notes on other theraphosine genera (Araneae, Theraphosidae). Arquivos de Zoologia, São Paulo, 36 (3): 265–356. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v36i3p265-356>
- Bertani R., M.E. Bichuette & D.R. Pedroso. 2013. Tmesiphantes hypogeus sp. nov. (Araneae: Theraphosidae), the first troglotic tarantula from Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 85: 235–243. <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652013005000007>
- Clerc C. 1757. Aranei Svecici, Descriptionibus et Figuris Æneis Illustrati, ad Genera Subalterna Redacti, Speciebus ultra LX Determinati. Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis, Stockholmiae. 154pp.
- Cooke J.A.L., V.D. Roth & F.H. Miller. 1972. The urticating hairs of theraphosid spiders. American Museum Novitates, 2498: 1–43.
- Fabiano-da-Silva W., J.P.L. Guadanucci & M.B. Da Silva. 2015. Tmesiphantes mirim sp. nov. (Araneae: Theraphosidae) from the Atlantic Forest of Bahia, Brazil, biogeographical notes and identification keys for species of the genus. Zoologia, 32 (2): 151–156. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702015000200006>

- Gonzales-Filho H.M.O., A.D. Brescovit & S.M. Lucas. 2014. A new species of *Tmesiphantes* (Araneae, Theraphosidae). *Inheringia, série Zoologia*, Porto Alegre, 104 (2): 223–227. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-476620141042223227>
- Guadanucci J.P.L. & W.F. Silva. 2012. Two new species of *Tmesiphantes* Simon (Araneae: Mygalomorphae: Theraphosidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47 (2): 139–145. <http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2012.688559>
- Indicatti R.P., S.M. Lucas, J.P.L. Guadanucci, F.U. Yamamoto. 2008. Revalidation and revision of the genus *Magulla* Simon 1892 (Araneae, Mygalomorphae, Theraphosidae). *Zootaxa*, 1814: 21–36.
- Morrone J.J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782: 1–110. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Perafán C. & F. Pérez-Miles. 2014. The Andean tarantulas *Euathlus* Ausserer, 1875, *Paraphysa* Simon, 1892 and *Phrixotrichus* Simon, 1889 (Araneae, Theraphosidae): phylogenetic analysis, genera redefinition and new species descriptions. *Journal of Natural History*: 1–30. <http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2014.902142>
- Perafán C. & F. Pérez-Miles. 2014. Three new species of *Melolitaoina* Gerschman and Schiapelli, 1960 (Araneae, Mygalomorphae, Theraphosidae) from northern Argentina. *ZooKeys*, 404: 117–129. <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.404.6243>
- Pérez-Miles F., S.M. Lucas, P.I. Da Silva, R. Bertani. 1996. Systematic revision and cladistic analysis of Theraphosinae (Araneae: Theraphosidae). *Mygalomorph*, 1 (3): 33–68.
- Pérez-Miles F. & D. Weinmann. 2010. *Agnostopelma*: a new genus of tarantula without a scopula on leg IV (Araneae, Theraphosidae, Theraphosinae). *Journal of Arachnology*, 38 (1): 104–112. <http://dx.doi.org/10.1636/A07-60.1>
- Pocock R.I. 1892. *Liphistius* and its bearing upon the classification of spiders. *Annals and Magazine of Natural History*, 10 (6): 303–314.
- Schiapelli R.D., B.S. Gerschman de Pikelin. 1963. Los generos chilenos *Phrixotrichus* Simon, 1889 y *Paraphysa* Simon, 1892 (Theraphosidae, Araneae) en la Argentina: nuevas citas de algunas arañas comunes a ambos países. *Revista de la Sociedad entomológica Argentina*, 26: 103–108.
- Thorell T. 1869. On European spiders. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, (3) 7: 109–242.
- Vol F. 2000. Description de *Bonnetina cyaneifemur*, gen. n. & sp. n. (Araneae, Theraphosidae, Theraphosinae) du Mexique. *Arachnides*, 44: 2–9.
- Yamamoto F.U., S.M. Lucas, J.P.L. Guadanucci & R.P. Indicatti. 2007. Revision of the genus *Tmesiphantes* Simon (Araneae, Mygalomorphae, Theraphosidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, Vol. 24, n. 4: 971–980.

TRABAJOS ORIGINALES

Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador

Tres especies nuevas del grupo *Drosophila tripunctata* (Diptera: Drosophilidae) en los Andes Orientales de Ecuador

Emily Ramos Guillín and Violeta Rafael

Laboratorio de Genética Evolutiva, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Apartado: 17-01-2184, Quito, Ecuador.

Email Emily Ramos: em.lis.ramos@hotmail.com

Email Violeta Rafael: vrafael@puce.edu.ec

Abstract

Three new species of the *Drosophila tripunctata* group are described and illustrated. These new species were captured using plastic bottles containing pieces of fermented banana with yeast. The collections were from Napo Province, Ecuador at 2 200 m and 3 362 m above sea level. The new species are: *Drosophila napoensis* sp. nov., *Drosophila cuyuja* sp. nov. and *Drosophila quijos* sp. nov. The first two species belong to subgroup I and the latter species belong to subgroup III of the *Drosophila tripunctata* group.

Keywords: Diversity; *Drosophila tripunctata* group; Neotropical Region; new species; genitalia.

Resumen

Se describen e ilustran tres especies nuevas del grupo *Drosophila tripunctata*. Estas especies fueron capturadas con trampas hechas de botellas de plástico que contenían pedazos de plátano fermentados con levadura. Las colectas fueron realizadas en la provincia de Napo, Ecuador, a 2 200 y 3 362 metros sobre el nivel del mar. Las especies nuevas son: *Drosophila napoensis* sp. nov., *Drosophila cuyuja* sp. nov. y *Drosophila quijos* sp. nov. Las dos primeras especies pertenecerían al subgrupo I y la última especie al subgrupo III del grupo *D. tripunctata*.

Palabras clave: Diversidad; grupo *Drosophila tripunctata*; Región Neotropical; especies nuevas; genitalia.

Publicación registrada en Zoobank/ZooBank article registered:

<http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:1D79355F-20DB-4658-944B-9FDDA7F68C90>

Acto nomenclatural/nomenclatural act:

Drosophila napoensis sp. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:15D6DA6D-8B21-494A-8A23-360DDBFCBEF6>

Drosophila cuyuja sp. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:CBD3386C-388C-411C-B5CA-B1FA16EBAA38>

Drosophila quijos sp. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:7E633691-0CE7-48E6-A989-446EB28D00E0>

Citación:

Ramos Guillín E. & V. Rafael. 2015. Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador. *Revista peruana de biología* 22(3): 289 - 296 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11433>

Presentado: 08/07/2015

Aceptado: 30/10/2015

Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

ERG, VR: conducted experimental design; ERG, VR: performed the experiments; ERG, VR: drafted the manuscript, reviewed and approved the manuscript.

The authors do not incur conflicts of interest.

Funding:

The Pontifical Catholic University of Ecuador financed the projects N° J13054 and N° K13051.

Collecting Permit:

Ministry of Environment granted collection permits No. 001-10 IC-FAU-DNB / MA and No. 001-11 IC-FAU-DNB / MA.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introduction

We describe three new species of *Drosophila* that belong to the *tripunctata* group of the subgenus *Drosophila*, as originally established by Sturtevant (1942). Based on morphological characters, this group has been divided into four subgroups: Subgroup I is probably transitional to the *guarani* group (Frota-Pessoa, 1954). Subgroup II is the most typical of the group. Subgroups I and II are considered to be more related to each other than to subgroups III and IV. Subgroup III is probably transitional to the *cardini* group (Frota-Pessoa, 1954). Subgroup IV also has some affinities to this group, since three of these species have white faces like some members of the *cardini* group (Frota-Pessoa, 1954).

However, the identification of this group of species is difficult, due to the great intraspecific variation observed in the bands and spots on the distal tergites. Characters of the male terminalia have been the most reliable for differentiating between closely related species (Vilela 1992). According to Frota-Pessoa (1954), the representative characteristics of the *tripunctata* group are: the mesonota are without markings, the carina are never sulcate and the anal plates are separated from the genital arch.

The *tripunctata* group is endemic to the Neotropical Region, where it represents the second largest formal group, surpassed only by the *D. repleta* species group (Vilela 1921). In Ecuador, 23 species of the group have been recorded: *D. metzii* Sturtevant, 1921; *D. paraguayensis* Duda, 1927; *D. bandeirantorum* Dobzhansky & Pavan, 1943; *D. mediosignata* Dobzhansky & Pavan, 1943; *D. mediopicta* Frota-Pessoa, 1954; *D. johnstonae* Pipkin & Heed, 1964; *D. roehrae* Pipkin & Heed, 1964; *D. cuaso* Bächli, Vilela & Ratcov, 2000; *D. loewi* Vilela & Bächli, 2000; *D. carlosvilelai* Vela & Rafael, 2001; *D. fontdevilai* Vela & Rafael, 2001; *D. machachensis* Vela & Rafael, 2001; *D. paschoensis* Vela & Rafael, 2001; *D. pilaresae* Vela & Rafael, 2001; *D. tomasi* Vela & Rafael, 2001; *D. valenciai* Vela & Rafael, 2001; *D. ichubamba* Vela & Rafael, 2005; *D. ninarumi* Vela & Rafael, 2005; *D. patacorona* Vela & Rafael, 2005; *D. quillu* Vela & Rafael, 2005; *D. surucucho* Vela & Rafael, 2005; *D. urcu* Vela & Rafael, 2005 and *D. condorhuachana* Céspedes & Rafael, 2012.

The *tripunctata* group radiated from the Paleotropics and diversified in the Neotropics. The progenitors of the *tripunctata* radiation probably fed as larvae on living fungi, flowers and fruits in the process of fermentation (Throckmorton 1975). Currently, the members of the *tripunctata* group are generalist feeders as larvae. Ovipositing females typically choose mushrooms over fruits, but mushrooms also constitute a favorable breeding site for larvae; this variation in oviposition site could have a genetic basis potentially leading to speciation by larval host (Jaenike 1989). In the Neotropics, species in the *tripunctata* group have a high diversity of yeast associated with different strategies for utilization of substrates for larval feeding (Morais et al. 1992). The *tripunctata* species group has a Neotropical distribution with Brazil the center of diversity. Only *Drosophila tripunctata* is found in the Nearctic region (Markow & O'Grady 2005).

Material and methods

The flies were collected in Napo Province in northeastern Ecuador in the foothills of the Andes descending to the Amazon region. Collections were made at two altitudes, 2200 m (00°37'08.7"S; 77°50'21.2"W) and 3362 m (00°22'52.6"S, 78°09'44.4"W). Traps (40) were placed in each location five

meters apart and one meter high from the base of the trees that marked the sampling locations. The traps were made with a 500 ml plastic bottle and baited with banana pieces (2 cm) previously fermented for 24 hours with yeast.

Living flies in the traps were captured with an entomological aspirator and collected in a tube with standard *Drosophila* culture media. Females were individually isolated after mating to produce iso-female lines. The larvae and adults were maintained on gelatin-banana media. Adult specimens were stored in microcentrifuge tubes with ethanol (70%). The external morphology of each fly was examined under a stereomicroscope (Zeiss; Discovery V8) and measured with the AxioVision program. Male terminalia were dissected out of the abdomen and placed in KOH (10%) and boiled for ten minutes. They were then placed in glycerol (60%) for description, photography and preservation before being double-mounted in microvials and as dried, mounted specimens. Indices of the paratypes are presented in parentheses. Descriptive terms and indices follow the system of Bächli et al. (2004).

The holotypes and paratypes of the new species have been deposited in the Museo de Zoología – Invertebrados, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (QCAZ).

Results

These three new species in the *tripunctata* group have been described as members of two subgroups, I and III.

SUBGROUP I:

***DROSOPHILA NAPOENSIS* SP. NOV.**

***DROSOPHILA CUYUJA* SP. NOV.**

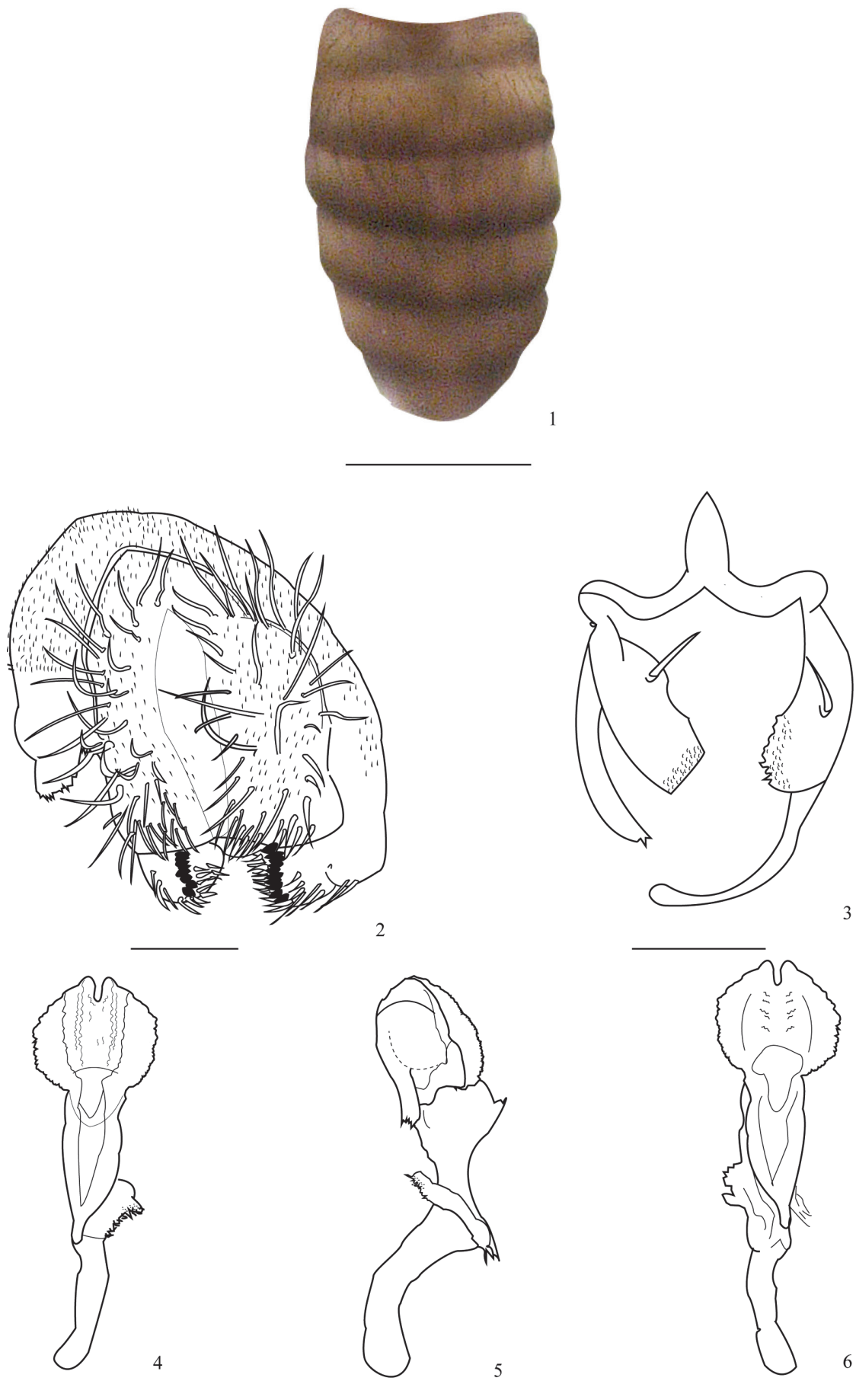
***Drosophila napoensis* sp. nov.**

(Figs. 1 – 6)

Type material. Male holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled "*D. napoensis* Holotype ♂, E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Papallacta (opposite the west side of Papallacta Lake, across the road), 00°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3362 m). II. 08/09/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3004). Paratype: 1♂ (dissected, terminalia in microvial), same data as holotype (QCAZI 3005).

Diagnosis. Arista generally with 5 dorsal and 2 ventral branches on the right antenna and 4 dorsal and 3 ventral branches on the left, plus terminal fork. Basal scutellar setae divergent. Surstylus with a row of 10 prensisetae in the left and 8 (9) on the right, 14 inner setae on the right and 18 on the left. Aedeagus with two lateral serrate projections (ear shaped) whose distal edge almost reaches the apex, apex invaginated with membranous center and with striae. Hypandrium shield-shaped.

Description. Head. Frons yellowish brown, frontal length 0.40 mm; frontal index = 0.78 (0.83), top to bottom width ratio = 1.31 (1.31). Frontal triangle yellowish brown. Ocellar triangle brown, ocellus yellow. Orbital plate brown, the medial vertical setae was closer to lateral vertical setae and slightly toward the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1, 12% (10%) of or3 to vtm, 0.15 (0.13), or1/or3 ratio 0.69 (0.70) or2/or1 ratio 0.60 (0.48) postocellar setae 65% (62.50%) and ocellar setae 90% (87.50%) of frontal length; vt index = 0.79 (0.67), vibrissal index = 0.65 (0.68). Frontal vitta brown. Gena and postgena yellow.



Figures 1 – 6. *Drosophila napoensis* sp. nov. (1) abdomen (scale bar = 1mm); (2) epandrium, cerci, surstyli and decasternum; (3) hypandrium and gonopods in ventral view; (4 – 6) aedeagus in dorsal, lateral and ventral view, respectively (scale bar = 100µm).

Face yellowish brown. Carina yellowish brown, prominent, not sulcate. Cheek index = 11 (9.14). Eyes red; eye index = 1.27 (1.33). First flagellomere brown. Arístae plumose, right arístae with 5 dorsal and 2 ventral branches and 4 dorsal and 3 ventral branches in the left, plus terminal fork. Proboscis beige.

Thorax. Brown; length 1.45 (1.05) mm with 6 rows of acrostical setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index = 0.94 (1.01). Transverse distance of dorsocentral setae 1.73 (1.62) of longitudinal distance, dc index = 0.56 (0.57). Scutellum brown. Distance between apical scutellar setae 62% (78%) of that between apical and basal setae; basal scutellar setae divergent; scut index = 1.11 (1.80, apical scutellar setae broken). Pleura yellow, sterno index = 0.92 (0.88), median katapisternal setae slightly smaller than the anterior. Legs yellow.

Wings beige, length 3.81 mm (3.83), length to width ratio = 2.11 (2.29). Indices: C= 3.42 (3.92); ac= 2.45 (2.22); hb= 0.30 (0.33); 4c= 0.58 (0.53); 4v= 1.25 (1.35); 5x= 1.12 (1.47); M= 0.34 (0.38); prox.x= 0.30 (0.31).

Abdomen (Fig. 1). Yellow; tergite 1 without pigmentation; 2 – 6 with an apical band uninterrupted in the midline.

Length (Body + wings) 4.79 (4.90) mm

Male terminalia (Figs. 2 – 3). Epandrium microtrichose without setae above, with 2 lower short setae weakly sclerotized. Cerci not linked to epandrium. Surstylus almost elliptic and microtrichose; with a row of 10 prenisetae on the left and 8 (9) on the right, 14 inner setae in the right and 18 in the left. Hypandrium shield-shaped. Gonopod microtrichose with one seta in the middle.

Aedeagus (Figs. 4 – 6). Weakly sclerotized with two lateral serrate projections (ear shaped) whose distal edges almost reach at apex. Apex invaginated with a membranous center and with striae. Aedeagal apodeme less sclerotized. Paraphyses broken with fine hairs.

Etymology. Name refers to the Ecuadorian province, Napo, where the specimens were collected.

Relationship to other species. The general shape of the male terminalia, especially the aedeagus, suggests a close relationship to *D. loewi* Vilela & Bächli, 2000

***Drosophila cuyuja* sp. nov.**

(Figs. 7 – 12)

Type material. Male Holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled “*D. cuyuja* Holotype ♂, E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Papallacta (opposite to Papallacta Lake), 00°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3362 m). II. 11/11/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3003).

Diagnosis. Arístae plumose, right arista with 4 dorsal and 2 ventral branches and 3 dorsal and 2 ventral branches on the left, plus terminal fork. Abdomen beige; tergite 1 with less pigmentation; tergite 2 with a median pigmented triangular spot, tergites 2 – 4 with a dark pigmented hourglass shape. Aedeagus sclerotized with two crests serrated laterally on the ventral part and two membranous projections with striae on the upper dorsal part.

Description. Head. Frons yellowish brown, frontal length 0.43 mm; frontal index = 0.84, top to bottom width ratio = 1.68. Frontal triangle yellow. Ocellar triangle yellowish brown, ocellus yellow. Orbital plate yellowish brown, the medial vertical seta was closer to lateral vertical seta and slightly towards the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1 7% of or3 to vtm 16%, or1/or3 ratio 0.52, or2/or1 ratio 0.55, postocellar setae 67% and ocellar setae 88% of frontal length; vt index = 0.89, vibrissal index = 0.57. Frontal vitta yellow. Gena and postgena yellow. Carina yellow, prominent and not sulcate. Cheek index = 8.11. Eyes wine red; eye index = 1.35. First flagellomere yellow. Arístae plumose, right arista with 4 dorsal and 2 ventral branches and 3 dorsal and 2 ventral branches on the left, plus the terminal fork. Proboscis yellow.

Thorax. Yellowish brown; length 1.70 mm with 6 rows of acrostic setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index = 0.83. Transverse distance of dorsocentral setae 1.81 of longitudinal distance, dc index= 0.89. Scutellum yellow. Distance between apical scutellar setae 73% of that between apical and basal setae; basal scutellar setae divergent; scut index = 1.62. Sterno index= 0.83. Legs yellow.

Wings beige, length 2.42 mm, length to width ratio= 2.39. Indices: C= 5.0; ac= 1.94; hb= 0.25; 4C= 0.41; 4v= 1.17; 5x= 1.08; M= 0.30; prox. x= 0.33.

Abdomen (Fig. 7). Beige; tergite 1 with less pigmentation; tergite 2 with a middle pigmentation like a triangle, tergites 2 – 4 with dark pigmented hourglass shape.

Length (body + wings) 3.8 mm.

Male terminalia (Figs. 8 – 9). Epandrium microtrichose with 1 upper long seta in the right side and 3 lower long setae in the left side. Cerci not linked to epandrium. Surstylus microtrichose and rectangular with a row of 11 prenisetae in the left and 10 in the right, 11 inner setae in both sites of ventral lobe. Hypandrium sclerotized, shield – shaped. Gonopod oval and microtrichose.

Aedeagus (Figs. 10 – 12). Sclerotized with two crests serrated laterally on the ventral part and two membranous projections with striae on the upper dorsal part. Aedeagal apodeme less sclerotized and strongly bent inventral direction. Ventral rod triangle – shaped. Paraphyses with a small sclerotized microprojections, “C” shaped with a long seta on the upper edge and 2 on the inner edge of middle gonopod.

Etymology. This species is named after the Cuyuja region of Napo Province, Ecuador.

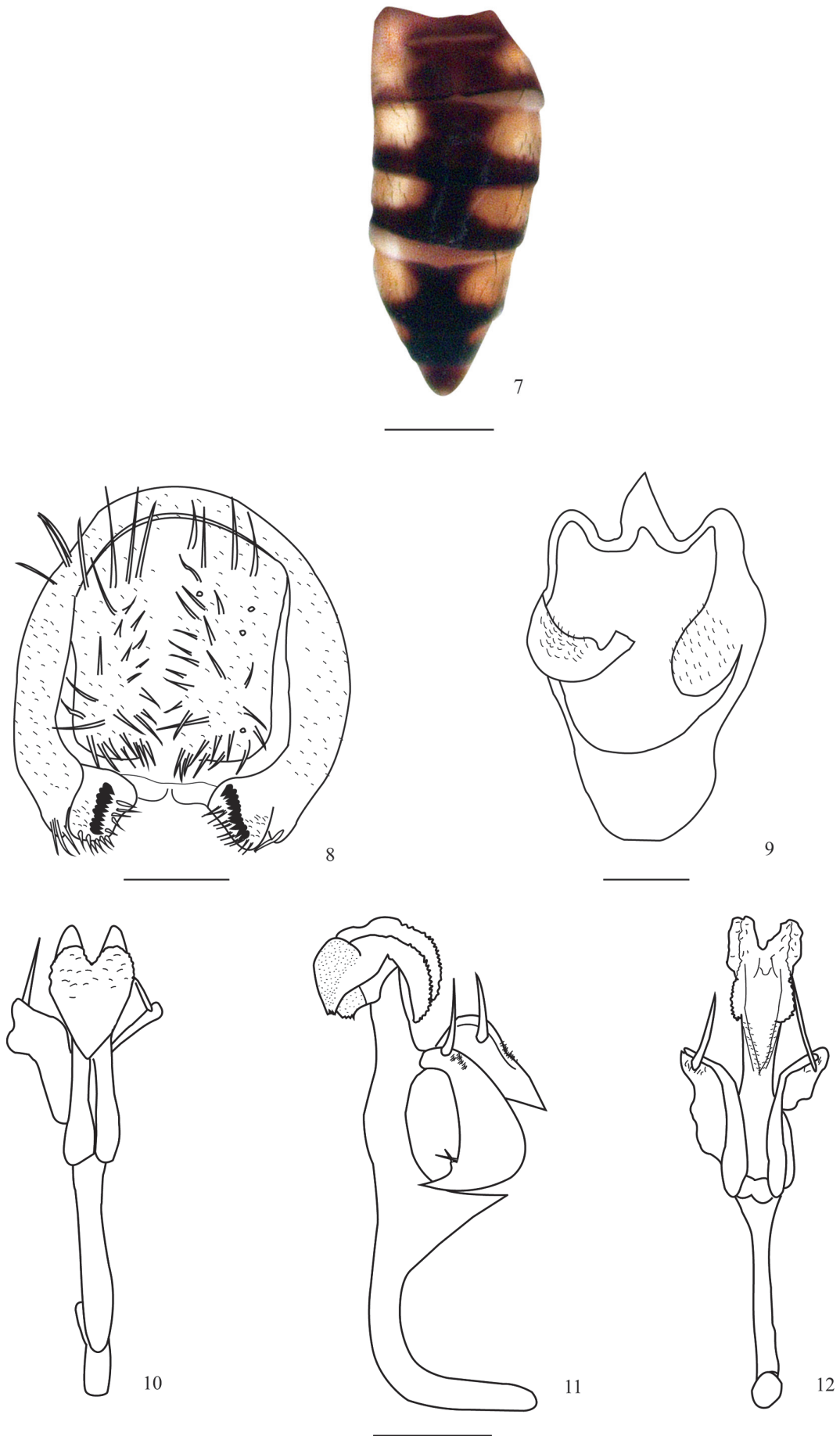
Relationship to other species. The general shape of the male terminalia does not suggest any relationship to other species of *Drosophila tripunctata* group.

SUBGROUP III: *DROSOPHILA QUIJOS* SP. NOV.

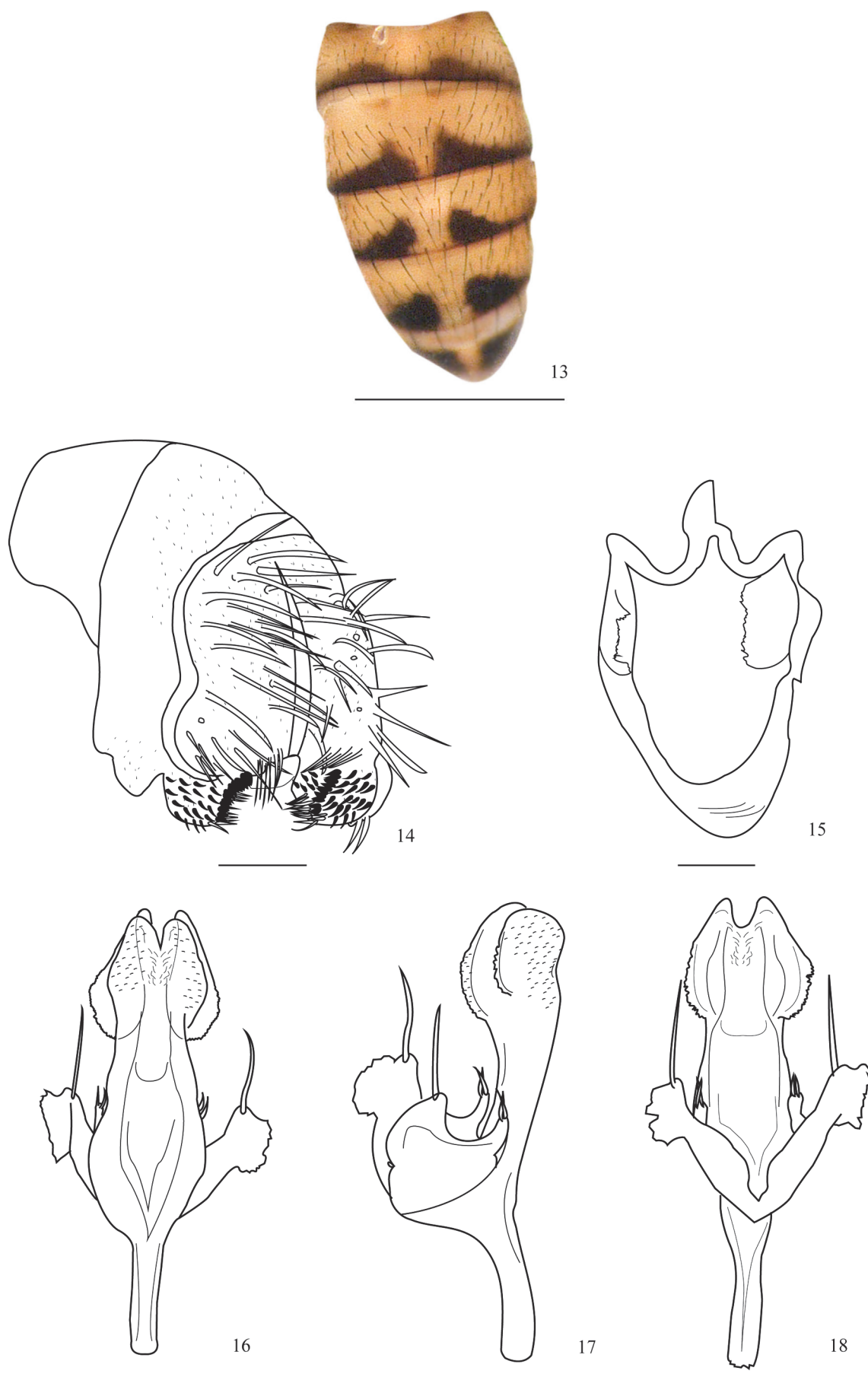
***Drosophila quijos* sp. nov.**

(Figs. 13 – 18)

Type material. Male holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled “*D. quijos* Holotype ♂, E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Cordillera de los Guacamayos, 00°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3362 m). II. 16/05/2012, E.L.



Figures 7 – 12. *Drosophila cuyuja* sp. nov. (7), abdomen (scale bar = 1mm); (8) epandrium, cerci, surstyli and decasternum; (9) hypandrium and gonopods in ventral view; (10 – 12) aedeagus and paraphyses in dorsal, lateral and ventral view, respectively (scale bar = 100µm).



Figures 13 – 18. *Drosophila quijos* sp. nov. (13) abdomen (scale bar = 1mm); (14) epandrium, cerci, surstyli and decasternum; (15) hypandrium and broken gonopods in ventral view; (16 – 18) aedeagus, paraphyses and broken gonopods in dorsal, lateral and ventral view, respectively (scale bar = 100µm).

Ramos col., (QCAZI 3001). Paratype: 1♂ (dissected, terminalia in microvial), with same data as holotype (QCAZI 3002).

Diagnosis. Aristae plumose, right arista with 8 dorsal and 3 ventral branches and 7 dorsal and 3 ventral branches on the left, plus the terminal fork. Abdomen yellow with dorsal midline; tergite 1 with little pigmentation on the lower part of the tergite (without dorsal midline); tergites 2 – 5 with dark brown lateral bands which increase in wide apically and slightly narrowed laterally. Apex of aedeagus with a wide invagination and dorsally with a voluminous projection with bright studs. Aedeagal apodeme sclerotized (broken in the paratype). Paraphyses long with two pedunculated setae.

Description. Head. Frons brown, frontal length 0.45 mm (0.47); frontal index= 0.80 (0.86), top to bottom width ratio= 1.48 (1.40). Frontal triangle yellowish brown. Ocellar triangle dark brown, ocellus yellow. Orbital plate brown, the medial vertical seta is closer to lateral vertical setae and slightly towards the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1 8% (10%) of or3 to vtm 15% (15%), or1/or3 ratio 0.73 (0.70), or2/or1 ratio 0.60 (0.62), postocellar setae 66% (65%) and ocellar setae 82% (80%) of frontal length; vt index= 1.10 (1.0), vibrissal index= 0.52 (0.50). Frontal vitta brown. Gena and postgena yellowish brown. Carina yellow, prominent, not sulcate. Cheek index = 10.85 (9.21). Eyes wine red; eye index = 1.31 (1.33). First flagellomere yellowish brown. Aristae plumose, right arista with 8 dorsal and 3 ventral branches and 7 dorsal and 3 ventral branches on the left, plus terminal fork. Proboscis yellow.

Thorax. Brown; length 0.87 mm (0.81) with 6 rows of acrostic setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index= 0.89 (0.80). Transverse distance of dorsocentral setae 2.0 (1.98) of longitudinal distance, dc index = 0.80 (0.83). Scutellum brown. Distance between apical scutellar setae 92% of that between apical and basal setae; basal scutellar setae divergent; scut index= 1.01 (1.30). Sterno index= 0.63 (0.71), median katapisternal setae slightly smaller than the previous one. Legs yellow.

Wings beige, posterior crossvein slightly infusate, length 3.77 mm (3.90), length to width ratio= 2.11 (2.0). Indices: C= 4.09 (4.0); ac= 2.16 (2.3); hb= 0.23 (0.30); 4c= 0.50 (0.54); 4v= 1.16 (1.0); 5x= 1.20 (1.02); M= 0.32 (0.45); prox.x= 0.33 (0.43).

Abdomen (Fig. 13). Yellow with dorsal midline; tergite 1 with little pigmentation in the distal part of the tergite and without dorsal midline; tergites 2 – 5 with dark brown lateral bands which increase in width apically and slightly narrowed laterally; tergite 6 pigmented entire width and length.

Length (body + wings), 4.64 mm (4.82).

Male terminalia (Figs. 14 – 15). Epandrium microtrichose with 2 long lower setae. Cerci not linked to epandrium. Cerci microtrichose with long setae. Surstylus sclerotized with a row of 12 prensisetae on the left and 14 on the right, 9 inner setae on the right and 10 on the left. There were two groups of outer setae: 6 inward and 19 outward. Hypandrium shield – shaped with sclerotized edge (broken in the paratype).

Aedeagus (Figs. 16 – 18). Sides of the aedeagus sclerotized with two lateral and serrate projections. Apex with a wide invagination and dorsally with a voluminous projection with

bright studs near to the lateral projections. Aedeagal apodeme sclerotized (broken in the paratype). Paraphyses long with two pedunculated setae.

Etymology. Named after the Quijos region of Napo Province, Ecuador where the specimens were collected.

Relationship to other species. The general shape of the male terminalia, especially the aedeagus, suggests a close relationship to *D. bandeirantorum* in the *tripunctata* group.

Discussion

The two new species, *Drosophila napoensis* and *Drosophila cuyuja* should be placed in subgroup I of the *tripunctata* species group because these species are yellowish, without pollinosity, the mesonotum is without markings, the anal plate is without spikes and the anterior crossvein is not clouded. Another group that could be appropriate for these species is subgroup IV, however the species described in this paper have a clouded crossvein and the species in subgroup IV do not have clouded anterior crossveins. Other characteristics of subgroup IV are similar to these two new species including: distal tergites with posterior bands interrupted in the middle and expanded laterally, convergent anterior scutellar setae and a costal index greater than or equal to 4.0 (Frota-Pessoa 1954).

Drosophila cuyuja is not similar to other species in the *tripunctata* group therefore it could not be assigned to a subgroup. However, the external characteristics of *Drosophila cuyuja* clearly indicate that this species should be placed in the *D. tripunctata* group because species in this group are all yellowish, in general dull or only slightly shining, without markings on the mesonotum; and with red eyes, darker dorsally than ventrally; sterno index about 0.6 and basal scutellar setae are generally divergent (Frota-Pessoa 1954). The genitalia characteristics of *D. cuyuja*, the general shape of the aedeagus, the hypandrium with a distal bow that surrounds the penis, the sharp terminus of the ventral rod and the anal plates are not fused to the genital arch are characteristic of species in the *tripunctata* group (Frota-Pessoa 1954).

Drosophila napoensis is very similar to *D. loewi* but the most important difference is in the aedeagus. First, *D. napoensis* has the aedeagus tip strongly envaginated without a dorsocentral projection and *D. loewi* has the aedeagus tip only slightly invaginated with a projection in the dorsocentral part. Second, *D. napoensis* has semicircular, ear-shaped projections with a small serrated projection on the dorsal part of the aedeagus and *D. loewi* has completely circular projections without small projections. Third, the aedeagal apodeme in *D. napoensis* is curved on the dorsal part and *D. loewi* has a straight aedeagal apodeme. Finally, in *D. napoensis* the hypandrium is without setula and in *D. loewi* the hypandrium has one inner setula.

External morphology indicated that *Drosophila quijos* should be placed in subgroup III. These species are dull or sub-shining, have distal tergites with posterior bands of pigment expanded in the middle, the anterior scutellar setae are divergent, the costal index is near 4.0 and the anterior crossvein is slightly clouded (Frota-Pessoa 1954).

In the first publication describing *D. bandeirantorum* (Dobzhansky & Pavan, 1943) the authors did not describe the male terminalia. Eleven years later, Frota-Pessoa (1954) completed the description and emphasized that this species has forceps

with a row of 10 – 12 primary teeth, 14 – 20 secondary teeth on upper surface that are longer and weaker than the primary ones and 7 – 12 marginal bristles. Vilela (1992) considered that this species has 8 primary teeth, no secondary teeth and 14 marginal bristles that come up to upper surface. This disagreement is probably because the secondary teeth and marginal bristles are the same dark color and they end in sharp points. In contrast, *Drosophila quijos* has the primary teeth, secondary teeth and marginal bristles clearly differentiated. In *D. quijos* the aedeagus tip is wide and bifid. *Drosophila bandeirantorum* has an aedeagus with a bifid tip but it is not wide. The aedeagus tip in *D. quijos* has lateral serrate, ear – shaped projections that end in the middle and a dorsal voluminous projection with bright spots. In *D. bandeirantorum*, the aedeagus tip has small lateral projections and the projections are on the ventral part. In *D. quijos* the paraphyses have with two pedunculated setae and the aedeagal apodeme is not curved. *Drosophila bandeirantorum* has only one pedunculated seta and the aedeagal apodeme is curved.

Acknowledgements

Dr. Clifford Keil and Gabriela Galarza for their review and valuable comments on the manuscript. Lic. Fernanda Salazar for her assistance in archiving the specimens. Isabel Tamayo assisted in the field phase of the project.

Literature cited

- Bächli G., C.R. Vilela, S.A. Escher & A. Saura. 2004. The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica v. 39. Leiden, Boston, Brill. viii+362pp.
- Bächli G., C.R. Vilela, & V. Ratcov. 2000. Morphological differences among *Drosophila paraguayensis* Duda, 1927 and its close relatives (Diptera, Drosophilidae). Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft [Bulletin de la Societe Entomologique Suisse] 73:67 – 92.
- Casco M.J. 2008. (en línea). Nuestros animales la diversidad y la extinción: La vida de los bosques Nublados del Ecuador. Universidad de las Américas. <http://nuestrosanimalesenpeligro.blogspot.com/2008/05/la-vida-de-los-bosques-nublados-del.html>. Acceso: 18/09/2014.
- Céspedes D. & V. Rafael. 2012. Descripción de una nueva especie del grupo *Drosophila tripunctata* (Diptera; Drosophilidae) en Cruz Loma, Pichincha, Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas 33:124 – 128.
- Dobzhansky T. & C. Pavan. 1943. Studies on Brazilian species of *Drosophila*. Boletim. Faculdade de Filosofia, Ciencias e Letras, Universidade de Sao Paulo 36: 7 – 72.
- Duda O. 1927. Die sudamerikanischen Drosophiliden (Dipteren) unter Berücksichtigung auch der anderen neotropischen sowie der nearktischen Arten. Archiv für Naturgeschichte 91: 1 – 228.
- Frota-Pessoa O. 1954. Revision of the tripunctata group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). Arquivos do Museu Paranaense Curitiba 10: 253 – 304.
- Jaenike J. 1989. Genetic population structure of *Drosophila tripunctata*: patterns of variation and covariation of traits affecting resource use. Evolution 43: 1467 – 1482.
- Markow T.A. & P. O'Grady. 2005. *Drosophila: A Guide to Species Identification and Use*. Academic Press.
- Morais P.B., A. N. Hagler, C.A. Rosa, L.C. Mendonca – Hagler & L.B. Klaczko. 1992. Yeasts associated with *Drosophila* in tropical forests of Rio de Janeiro, Brazil. Canadian Journal of Microbiology, 38, 1150 – 1155.
- Pipkin S.B. & W.B. Heed. 1964. Nine new members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera: Drosophilidae). Pacific Insects 6:256 – 273.
- Sturtevant A. 1921. The North American species of *Drosophila*. Carnegie Institute of Washington Publication 301: 1 – 150.
- Sturtevant A. 1942. The classification of the genus *Drosophila*, with descriptions of nine new species. Univ. Tex. Publs 4213: 5 – 51.
- Throckmorton L.H. 1975. The phylogeny, ecology and geography of *Drosophila*. Handbook of Genetics, 3, 421 – 469.
- Vela D. & V. Rafael 2001. Ocho nuevas especies del grupo tripunctata, genero *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae), y el registro de *Drosophila paraguayensis* en el Bosque Protector Pasochoa, Pichincha – Ecuador. Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador 66:92 – 120.
- Vela D. & V. Rafael. 2005. Catorce nuevas especies del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en el bosque húmedo montano del Volcán Pasochoa, Pichincha, Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas 27:27 – 41.
- Vilela C. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). Revta Bras. Ent. 36: 197 – 221.
- Vilela C. & G. Bächli. 2000. Five new species of Neotropical *Drosophila*. Bulletin de la Société Entomologique Suisse 73: 49 – 65.
- Vilela C. & F. Val. 1985. The male genitalia of types of six members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). Revta Bras. Ent. 29: 503 – 513.

TRABAJOS ORIGINALES

Histioea magistrae sp. nov. (Lepidoptera: Erebiidae: Arctiini) de la Amazonía sudeste de Perú

Histioea magistrae sp. nov. (Lepidoptera: Erebiidae: Arctiini) from southeastern Amazonia, Peru

Juan Grados

Departamento de Entomología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Apartado 14-0434, Lima 14, Perú.
Email: gradosjuan@hotmail.com

Resumen

Se describe e ilustra los adultos del macho de *Histioea magistrae*, nueva especie de Euchromiina (Arctiini), de la Amazonía sudeste de Perú, comparándola con *Histioea hoffmannsi* Rothschild, 1911, especie semejante.

Palabras clave: Arctiinae; Euchromiina; nueva especie; Taxonomía.

Abstract

Adult males of a new species of Euchromiina (Arctiini), *Histioea magistrae*, from southeastern Amazonia, Peru, are described, illustrated and compared to the similar species *Histioea hoffmannsi* Rothschild, 1911.

Key words: Arctiinae; Euchromiina; new species; Taxonomy.

Publicación registrada en Zoobank/ZooBank article registered:

<http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:2305A693-19EF-460A-B043-A738C78888BE>

Acto nomenclatural/nomenclatural act:

Histioea magistrae sp. nov. - <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:5CE8E1F7-C48D-4A81-995E-CF42E95964D6>

Citación:

Grados J. 2015. *Histioea magistrae* sp. nov. (Lepidoptera: Erebiidae: Arctiini) de la Amazonía sudeste de Perú. *Revista peruana de biología* 22(3): 297 - 302 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11434>

Información sobre los autores:

El autor no manifiesta conflictos de intereses.

Presentado: 08/10/2015

Aceptado: 15/11/2015

Publicado online: 18/12/2015

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

El nombre *Histioea* fue propuesto por Walker (1854), como un grupo infragenérico del género *Euchromia* Hübner, [1819], para incluir tres especies, *E. proserpina* Hübner, 1823, y dos nuevas, *E. bellatrix* Walker, 1854 y *E. albiplaga* Walker, 1854. Posteriormente, Hampson (1898) elevó el nombre *Histioea* (citándolo erróneamente como *Histiaea*) al rango genérico y consideró que contenía 11 especies, excluyendo a *Euchromia albiplaga* Walker, que ubicó en el género *Uranophora* Hübner, [1831] (= *Napata* Walker, 1854); en *Histioea* incluyó a *Euchromia tina* Walker, 1854, que Walker había ubicado originalmente en otro grupo de *Euchromia*. Luego, Druce (1907) describió *H. falerina* de Perú, y Rothschild (1911) *H. hoffmannsi* de Brasil. Draudt (1915) adicionó dos especies más, con la descripción sucinta de *H. excreta* y *H. peruviana*, ambas de Perú. Años más tarde, Gaede (1926) describió *H. peruana* del norte de Perú, en tanto Machado y Rego Barros (1969) propusieron para *Euchromia tina*, un nuevo género, *Bodosa*, haciendo una redescrición de la especie, mencionando además lo que había señalado antes Hampson (1898), que *Sphenoptera batesii* C. Felder & R. Felder, 1874 era un sinónimo más reciente de *E. tina*. La última especie descrita fue *H. paraensis* Machado y Rego Barros, 1971, de Brasil.

En la actualidad el género consta de 16 especies, siendo polifilético, de acuerdo al análisis filogenético preliminar de las especies que ocurren en Perú (Grados, en prep.). En Sudamérica el género tiene distribución amazónica, llegando algunas especies hasta altitudes medias de la Cordillera Oriental de los Andes (1600 m); solo una especie, *Histioea meldolae* Butler, 1876, se distribuye en los bosques de la parte norte de Sudamérica, llegando a América Central (Hampson 1898) y quizás algunas islas de la Antillas.

Se describe aquí una especie inédita del género, cuyos integrantes se caracterizan por ser especies robustas, con el cuerpo marrón, con manchas amarillas diagonales en las alas anteriores y manchas rojizas en diferentes lugares de los dos pares de alas. La genitalia masculina presenta valvas anchas y uncus alargado y curvo, con setas en la parte media.

Las colecciones entomológicas revisadas para la elaboración del presente trabajo fueron:

NHMUK: Natural History Museum, Londres, Reino Unido.

MUSM: Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Los ejemplares han sido depositados en la colección del Departamento de Entomología del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Taxonomía

Histioea magistrae sp. nov.

(Figs. 1 – 2, 5 – 7)

Diagnosis: Cabeza, tórax y abdomen marrones, con manchas azul metálicas. Ala anterior marrón, con una mancha amarilla oblicua típica del género, además de manchas rojizas no muy bien definidas. Ala posterior algo ovalada, la mitad del tamaño que la anterior, con una mancha anaranjada hacia el margen externo, ocupando menos de la mitad de la superficie alar.

Macho: Longitud del ala anterior: 20 mm – 22 mm (n= 4)

Cabeza: Marrón con los palpos labiales recurvados hacia arriba, el primer segmento con pelos basales marrones. Occipucio con una mancha azul metálica por detrás del ocelo y antena. Antenas marrones, bipectinadas, con el flagelo más ancho en



Figura 1. *Histioea magistrae* sp. nov. Holotipo macho. Vista dorsal. Escala 10 mm.



Figura 2. *Histioea magistrae* sp. nov. Holotipo macho. Vista ventral. Escala 10 mm.

la parte central. Rami pequeños en los primeros flagelómeros, aumentando de longitud hacia la parte central, y disminuyendo hacia el extremo distal. Proboscis desarrollada, marrón, con el extremo distal pardo.

Tórax: Marrón con la parte posterior con penachos de pelos, una línea azul metálica sobre el mesoscutellum y un punto azul metálico sobre el metaescutellum. Patagia marrón con la parte anterior azul metálica. Técula con pilosidad marrón en la parte posterior. Pleura marrón con presencia de órgano timpánico en el katapisternum, cubierto por escamas azul metálicas hacia la parte posterior. Primer par de patas: Coxa marrón, con área externa azul metálica; fémur con área interna y hacia la parte distal azul metálica; epifisis marrón claro; tibia y tarso marrones. Segundo par de patas: Coxa marrón, eucoxa con área externa azul metálica; fémur con área interna y hacia la parte distal azul metálica; tibia y tarso marrones. Tercer par patas: Coxa marrón, metamerón con el área externa azul metálica; fémur con área interna y hacia la parte distal azul metálica; tibia y tarso marrones.

Ala anterior (dorsal): Marrón con una banda postdiscal amarilla ancha y oblicua, dirigida hacia la porción media del margen externo, sin alcanzarlo. Dos manchas alargadas azul metálico hacia el extremo distal de la celda discal, uno debajo del ángulo anterior y el otro encima del ángulo posterior, en la base de las venas M_2 y M_3 . Dos puntos azul metálico basales, uno en la base de Sc y R, el otro en la base de $1A+2A$. Una mancha roja alargada en la base, entre la costa y Sc, llegando hasta un poco más de la mitad de la celda discal. Otra en la parte central de la celda discal, cubriendo todo el ancho de ésta, teniendo en algunos casos forma triangular. Una tercera alargada que nace cerca de la base, por detrás de la Cu, y corre paralela a ésta, hasta la altura del inicio de la mancha anterior. La cuarta mancha nace en la base de CuA_2 , y corre paralela a ella hasta poco más

de la mitad de su extensión. La última mancha nace cerca de la base del ala, encima de $1A+2A$, y corre paralela a ésta hasta la altura de la cuarta mancha, sin unirse a ella y sin alcanzar el margen externo.

Ala anterior (ventral): Marrón con banda postdiscal amarilla con características semejantes a la dorsal. Dos manchas alargadas azul metálicas hacia el extremo distal de la celda discal, uno bajo el ángulo anterior y otro encima del ángulo posterior, en la base de M_2 y M_3 . Presenta una mancha roja alargada que nace en la base del ala, entre la costa y Sc, llegando hasta un poco más de la mitad de la celda discal. Otra mancha roja en la parte central de la celda discal, no cubriendo todo su ancho, de forma triangular. La última mancha, roja alargada, nace muy delgada de la base de CuA_2 , corre paralela a CuA_2 hasta dos tercios de su longitud y termina en ápice romo, teniendo como eje central a la "plica vanalis", sin alcanzar $1A+2A$. Presenta penachos de pelos largos, marrones, siendo lo más probable que estos funcionen como órganos androconiales, en el área central entre el margen posterior y la vena $1A+2A$, e inclusive un poco más en dirección al margen costal. Por encima de los penachos de pelos, desde cerca de la base del ala, hasta dos tercios del largo basal de la celda discal, se presenta una línea de escamas azul metálico.

Ala posterior (dorsal): Marrón, ovalada, con el tercio distal, del ápice al tornus, anaranjado, con margen interno irregular.

Ala posterior (ventral): Similar a la faz dorsal, excepto el área anaranjada distal que es algo más amplia hacia la parte basal de M_3 y CuA_1+A_2 .

Abdomen: Marrón con tenue reflejo azul metálico, segundo y tercer *tergites* con manchas azul metálico en la parte pósterolateral. Del cuarto al séptimo segmentos, estas manchas aumentan de tamaño, ocupando toda el área posterior del último *tergite*.



Figura 3. *Histioea hoffmannsi*. Sintipo macho (NHMUK). Brasil, Humayta, Río Madeira, vii-ix.1906 (W. Hoffmanns). Vista dorsal. Escala 10 mm.

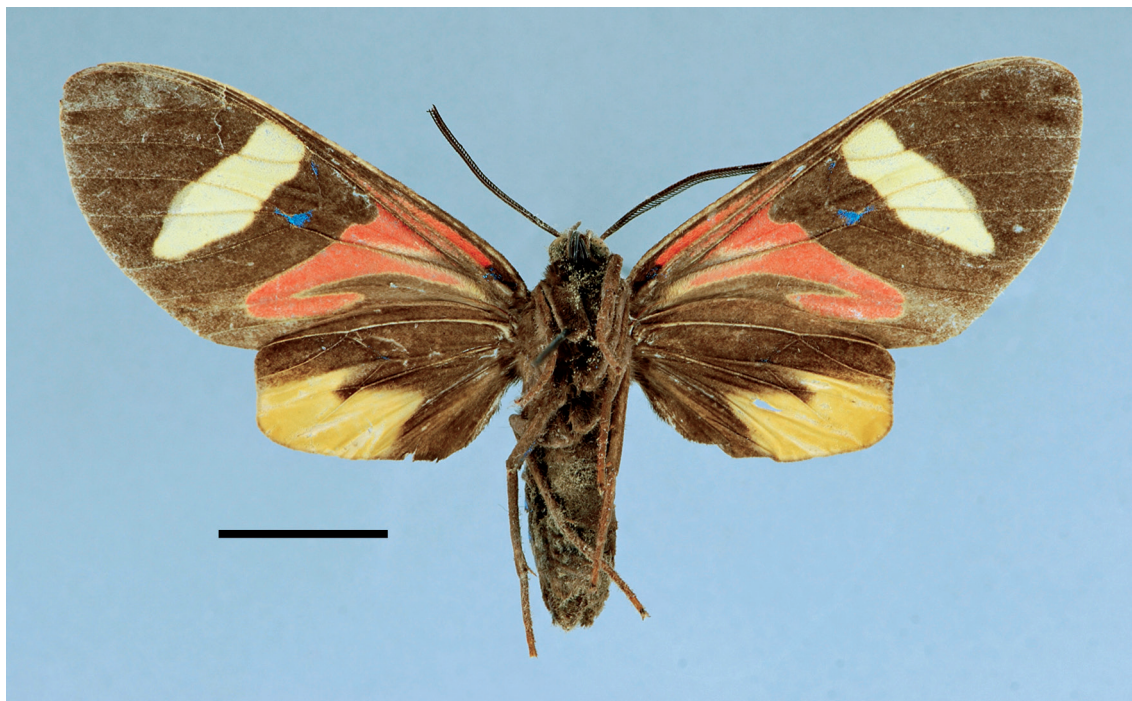


Figura 4. *Histioea hoffmannsi*. Sintipo macho (NHMUK). Brasil, Humayta, Río Madeira, vii-ix.1906 (W. Hoffmanns). Vista ventral. Escala 10 mm.

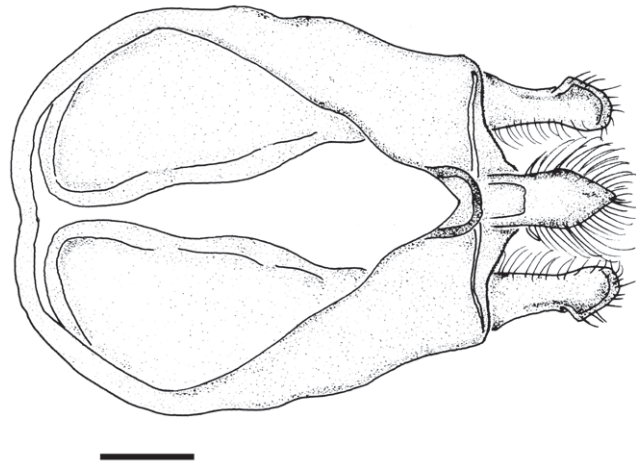


Figura 5. *Histioea magistrae* sp. nov. Genitalia masculina (#JGA-453 MUSM). Vista dorsal, con aedeagus removido. Escala 1 mm.

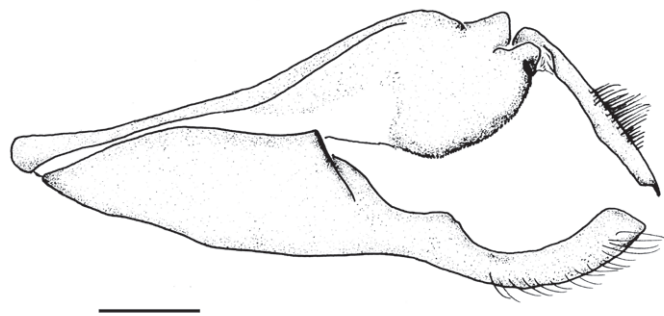


Figura 6. *Histioea magistrae* sp. nov. Genitalia masculina (#JGA-453 MUSM). Vista lateral, con aedeagus removido. Escala 1 mm.

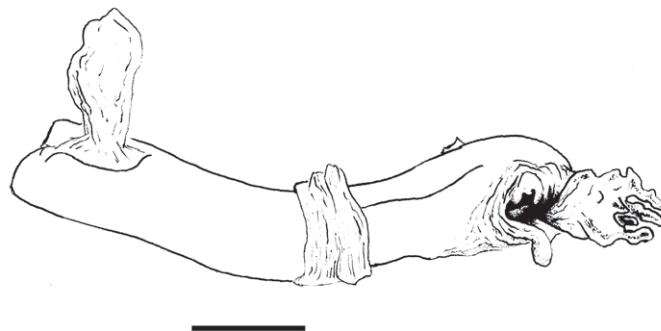


Figura 7. *Histioea magistrae* sp. nov. Genitalia masculina (#JGA-453 MUSM). Aedeagus. Escala 1 mm.

Esternites con manchas póstero-laterales azul metálico. Último segmento con pelos marrones, y toda la parte posterior del *tergite* con escamas azul metálicas.

Genitalia masculina (Figs. 5 – 7)(Genitalia #JGA-453)

Tegumen ensanchándose hacia la parte posterior. Uncus alargado y terminando en forma aguda y esclerosada, con un área de setas en casi la mitad de su extensión. Valvas anchas hacia la mitad anterior, desde donde disminuyen de ancho en unas curvas notorias, para terminar en forma convexa, presentando pelos en el margen ventral. Aedeagus alargado.

Hembra: Desconocida.

Variación: No se ha observado variación significativa en los ejemplares estudiados.

Material tipo: HOLOTIPO macho (Figs. 1 – 2), PERÚ, Cusco, Campamento Paratori, 690 m, 12°03'S/72°58'W, 26.x.2002 (J. Grados) (trampa de luz).

PARATIPOS: 1 macho, PERÚ, Cusco, Conkariari, ca. 350 m, ca. 11°40'S/72°59'W, 14.x.1997 (J. Grados); 1 macho, PERÚ, Cusco, Las Malvinas, Río Urubamba, 480 m, 11°52'S/72°55'W, 22.ix.1997 (J. Grados) (trampa de luz); 1 macho, PERÚ, Madre de Dios, Albergue Amazonía, Río Alto Madre de Dios, 500 – 600 m, 12°52'13"S/71°22'32"W, 20.x.1995 (J. Grados) (colecta diurna). Preparado todo el ejemplar para estudio de caracteres.

Etimología: El nombre es un sustantivo femenino en genitivo singular, cuyo significado es “de la maestra”.

Distribución geográfica: Amazonía del sudeste de Perú, en los departamentos de Cusco (Río Urubamba) y Madre de Dios (Alto Río Madre de Dios).

Comentarios: La especie puede ser confundida con *Histioea hoffmannsi* Rothschild (Figs. 3 – 4). Ambas presentan manchas similares en las alas posteriores, pero *hoffmannsi* tiene las alas anteriores y posteriores más alargadas, y además carece de escamas (pelos) androconiales en la parte ventral de las alas anteriores. *H. hoffmannsi* fue descrita de seis sintipos machos provenientes de Humayta (= Humaitá), Río Madeira, Amazonas, Brasil (examinados en NHMUK) y no se conocen ejemplares de otras localidades. *H. magistrae* ocurre en el sudeste de Perú, por lo que ambas son alopátridas.

Agradecimientos

A Geoff Martin, Alberto Zilli, Blanca Huertas y Alessandro Giusti por las facilidades brindadas en la visita al Natural History Museum United Kingdom (NHMUK). A FONDECYT por la beca de estadía en el NHMUK mediante su programa “Movilización Nacional o Internacional de Investigadores e Innovadores en CTel”, 2015-III. Mabel Alvarado fue de gran ayuda en la obtención de algunas referencias bibliográficas.

Literatura citada

- Draudt M. 1915-1917. Familie: Syntomidae. In: A. Seitz (Ed.), Die Gross-Schmetterlinge der Erde. Stuttgart, A. Kernen. 6: 33-230.
- Druce H. 1907. Descriptions of five new species of Heterocera. *Annals and Magazine of Natural History*, 7(20): 505-506.
- Gaede M. 1926. Amatiden des Berliner Zoologischen Museums (Lep.). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1926(2): 113-136.
- Hampson G.F. 1898. Catalogue of the Syntomidae in the collection of the British Museum. London, British Museum (Natural History). 1: xxii + 559 pp.
- Hübner J. 1823. Zütrage zur Sammlung exotischer Schmetterlinge. Augsburg, J. Hübner. 2: 1-40.
- Machado J.P. & A. Rego Barros. 1969. Estudo dos Ctenuchidae Neotropicais – III. Novo gênero para *Histioea* tina Walker, 1854 (Lepidoptera – Heterocera). *Boletim do Museu Nacional. Nova Série, Zoologia*, 270: 1-9.
- Machado J.P. & A. Rego Barros. 1971. Ctenuchidae Neotropicais VI. Sobre o gênero *Histioea* Walker 1854 e descrição de nova espécie (Lepidoptera-Heterocera). *Boletim do Museu Nacional. Nova Série, Zoologia*, 284: 1-17.
- Rothschild W. 1911. New Syntomidae in the Tring Museum. *Novitates Zoologicae*, 18(1): 24-47.
- Walker F. 1854. List of the specimens of Lepidopterous Insects in the collection of the British Museum. Part. I. Lepidoptera Heterocera. London, British Museum. 278 pp.

TRABAJOS ORIGINALES

Passiflora dorisiae, una nueva especie en el Subgénero *Passiflora* (Passifloraceae)

Passiflora dorisiae, a New Species in Subgenus *Passiflora* (Passifloraceae)

Boris Esquerre-Ibañez

Área de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Ciudad Universitaria, Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú.
Asociación Lambayecana de Botánicos (ASLAB), Chiclayo, Perú.
Email Boris Esquerre-Ibañez: kamijo002@gmail.com

Resumen

Passiflora dorisiae es descrita e ilustrada como una nueva especie del género *Passiflora* (Passifloraceae) para los bosques de neblina occidentales del noroeste del Perú. *P. dorisiae* es muy similar a *P. lawessonii* del Ecuador pero se diferencia en la estructura interna de la flor al poseer un opérculo erecto con la mitad superior filiforme y filamentos pequeños insertos; brácteas glandular-aserradas; lámina 3-lobada en un 1/3-1/4 de su tamaño, glandular-aserrada en la cara interna de la base; peciolo biglandular ocasionalmente con una glándula adicional distal y en su rango geográfico.

Palabras clave: *Passiflora*; Passifloraceae; Perú; Sección Granadillastrum; Supersección Stipulata.

Abstract

Passiflora dorisiae is described and illustrated as a new species of the genus *Passiflora* (Passifloraceae) from western cloud forests of Northwest Peru. *Passiflora dorisiae* is very similar to *P. lawessonii* from Ecuador but differs in the internal structure of the flower by possessing an erect operculum with upper half split into filiform segments and small filaments inserts; bracts glandular-serrate; leaves 3-lobed to 1/3-1/4 of its size, the base glandular-serrate; biglandular petiole occasionally with one additional distal gland and by its geographical range.

Keywords: *Passiflora*; Passifloraceae; Peru; Section Granadillastrum; Supersection Stipulata.

Citación:

Esquerre-Ibañez B. 2015. *Passiflora dorisiae*, una nueva especie en el Subgénero *Passiflora* (Passifloraceae). Revista peruana de biología 22(3): 303 - 308 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11435>

Presentado: 10/03/2015
Aceptado: 25/10/2015
Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

El autor no incurre en conflictos de intereses.

Fuentes de financiamiento:

El autor no declara fuente de financiamiento.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Las especies del género *Passiflora* se caracterizan principalmente por ser trepadoras herbáceas a leñosas en su mayoría, aunque también las hay arbustos y arbolitos (Gentry 1996). El carácter principal que define a este grupo botánico es la corona de filamentos y el androginóforo que poseen sus flores, proporcionándole una vistosidad inequívoca para su identificación y una ventaja para su polinización (Ramírez 2006). Muchas de sus especies actualmente han cobrado importancia en el ámbito comercial por sus frutos comestibles, así como por sus principios activos y su potencial ornamental (Hernández & Bernal 2000; Dhawan et al. 2004).

Existen grupos dentro del género que mantienen una estrecha relación con otros seres vivos, lo que ha determinado en la actualidad su enorme importancia ecológica y rol biológico en varias interacciones planta-animal (Büchert & Mogens 2001; Muchhala & Jarrin 2002; Leal et al. 2006) llegando inclusive a proponerse una teoría acerca de una co-evolución con algunos de ellos (Gilbert 1982).

De las 530 especies tropicales conocidas (Ulmer & MacDougal 2004), en el Perú se han reportado con inventarios generales solamente un total de 95 especies (Brako & Zarucchi 1993; Ulloa et al. 2004) aunque en la actualidad se han ido adicionando nuevos taxones. Esta abundancia de taxones en el territorio peruano puede estar relacionada con la diversa orografía y pisos bioclimáticos presentes gracias a la Cordillera de los Andes que a través del tiempo ha consolidado la especiación en esta región de Sudamérica, lo cual se convierte hoy en un desafío contra el tiempo en investigar y encontrar especies nuevas, ya que sus hábitat son degradados cada vez más rápido gracias a la creciente demanda de actividades extractivas legales e ilegales y la colonización humana que fragmentan, contaminan y destruyen estos ecosistemas en el Perú.

Dentro de *Passiflora* se encuentra el subgénero *Passiflora* (Feuillet & MacDougal 2004) que alberga a parras semileñosas en su mayoría con las flores más conspicuas y con los frutos comestibles de este grupo vegetal.

Durante la revisión del género *Passiflora* en el Departamento de Lambayeque (Esquerre-Ibañez et al. 2014) se halló una especie perteneciente a este subgénero, muy similar morfológicamente a *Passiflora lawessonii* P. Jørg. (Bernal et al. 2015; Holm-Nielsen & Lawesson 1987) donde existen algunas similitudes pero también diferencias con ésta, lo que conllevó a la descripción de una nueva especie para la ciencia y el Perú en el presente trabajo.

Taxonomía

Passiflora dorisiae B. Esquerre sp. nov.

(Figs. 1-3)

In affinity with Passiflora lawessonii P. Jørgensen, differs in possessing flower with erect operculum segmented in the upper half in filaments and with tiny filaments inserted in middle adaxially; bracts glandular-serrate; biglandular petiole occasionally with 1 additional distal gland, 3-lobed lamina divided 1/3-1/4 of its size with cordate base glandular-serrate.

TIPO: PERÚ, Departamento de Cajamarca, Provincia de Santa Cruz, Distrito de Catache. Ruta Campamento - Mon-

teseco. 1750 m. 21 Enero 1996. S. Leiva, E. Rodríguez & E. López 1754 (holotipo HUT!; isotipo FI!).

Liana, glabra completamente. Tallo terete, estriado. Estípulas reniformes, 2,4-4,5 x 1,3-2,2 cm, obtusas en la base, margen glandular-aserrado o glandular-dentado. Peciolo 2,5-6,5 cm de largo, terete, estriado, con un par de glándulas estipitadas y alternadas dispuestas sobre la mitad, de hasta 4 mm de largo, y ocasionalmente una glándula estipitada adicional en la zona distal; lámina 3-lobada en 1/3-1/4 de su tamaño, 6,5-12,5 x 5-12,5 cm, lobos de hasta 5,4 cm de ancho, triangulares, redondeados, mucronados; pedatinervia, de margen entero excepto las zonas sinusales glandular-aserradas con 2-6 glándulas cada una y la base laminar cercana al peciolo glandular-aserrada y a veces dentada en el punto de unión. Brácteas libres, ovadas, agudas, glandular-aserradas al menos en la base, de hasta 2,5 x 1,5 cm. Botones florales de hasta 5 cm de largo, aristados. Flores en antesis de 5-7 cm de diámetro, solitarias; hipantio corto campanulado, de hasta 8 mm de altura; sépalos oblongos, lanceolados, verdosos abaxialmente, blancos adaxialmente, 2-2,5 x 0,5 cm, conspicuamente carinados, con una arista apical de hasta 13 mm de largo; pétalos oblongos, agudos, verdosos abaxialmente, blanquecinos adaxialmente, 2-2,5 x 0,5 cm. Corona multiseriada; las tres series más externas con elementos filiformes de 15-17 mm de largo, las dos primeras más gruesas, sucedidas por casi 4 series irregulares de filamentos delgados de 6-7 mm de largo, bandeadas de blanco y púrpura o azul-púrpura, siendo más consistente el púrpura en las series más externas. Opérculo membranoso, erecto, ligeramente plicado, 6 mm de largo, con la mitad superior partida en segmentos filiformes blanquecinos con máculas púrpuras a violetas, con filamentos minúsculos insertos en su mitad, hacia el limen. Limen adjunto a la base del androginóforo, de margen lobulado. Anillo nectarífero presente, conspicuo. Tróclea ausente. Filamentos estaminales 7 x 2 mm, amarillo-verdosos con máculas púrpuras a marrones, anteras 8 x 3 mm, amarillas a verdosas. Ovario glabro 7 x 4 mm, estilos de hasta 14 mm de largo, blanquecinos a verdosos con máculas púrpuras hacia el estigma. Fruto ovoide-oblongo, inmaduro verde de hasta 7 x 3-4 cm.

Passiflora dorisiae guarda especial afinidad con *P. lawessonii*. La vista externa de la flor en antesis de ambas es muy similar. El primer y principal carácter para separar ambas especies es la presentación del opérculo que varía en ambas dentro de la flor: recurvado y con la mitad superior filamentososa en *P. lawessonii* (Holm-Nielsen & Lawesson 1987, como *P. montana* Holm-Niels. & Lawesson, non *P. montana* (Barb. Rodr.) Harms), y erecto con la mitad superior filamentososa y con filamentos pequeños extras insertos en la parte media del opérculo en *P. dorisiae*.

Un segundo carácter diferencial son las brácteas. El margen de la bráctea en *P. lawessonii* se describe entero mientras que en *P. dorisiae* es aserrado-glandular generalmente en la parte basal.

Un tercer carácter que se evaluó fue la profundidad de la división en la hoja. En *P. lawessonii* la lámina se muestra más dividida (3-4-lobada en 1/2 de su tamaño) que en *P. dorisiae* (3-lobada en 1/3-1/4 de su tamaño). Este carácter permaneció constante en los especímenes de las poblaciones evaluadas por lo que es estable a diferencia de otras especies especialmente del subgénero *Decaloba* (DC.) Rchb. donde se ha demostrado su variabilidad (Skrabal et al. 2001; Porter-Utley 2014; Esquerre-Ibañez 2014).

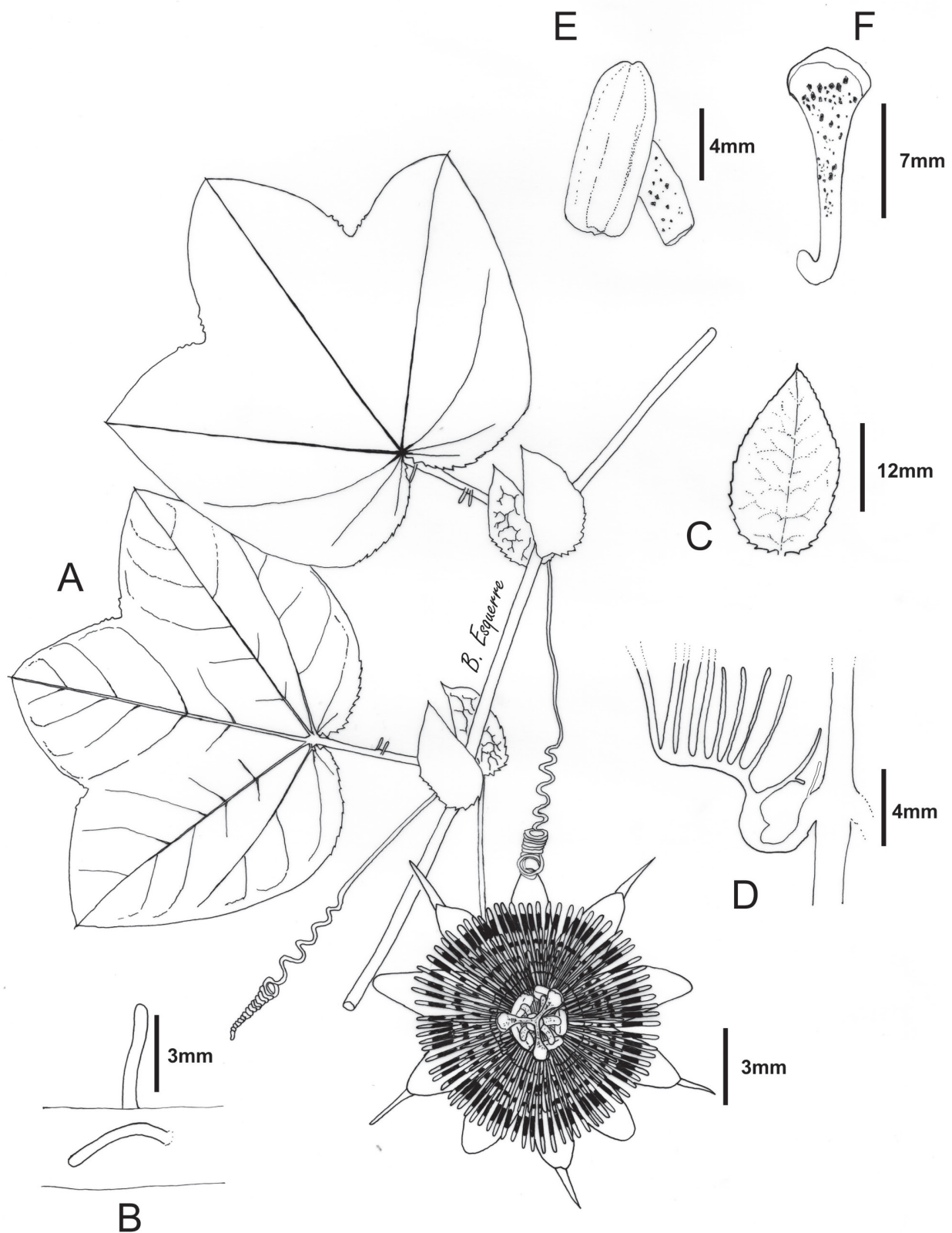


Figura 1. *Passiflora dorisiae*: (A) Hábito; (B) Glándulas peciolares; (C) Bráctea; (D) Transcorte de flor; (E) Estambre; (F) Estilo y estigma.

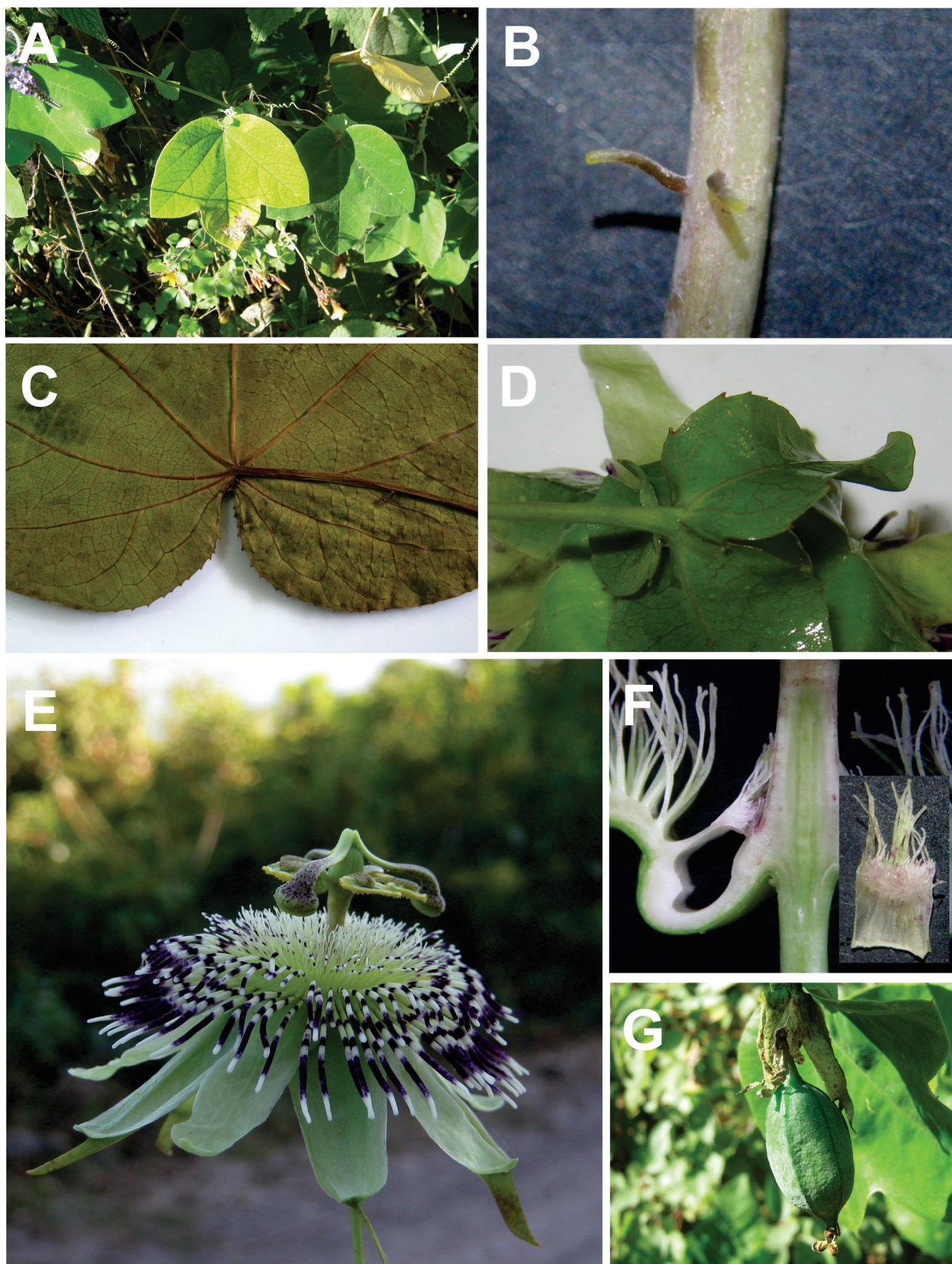


Figura 2. *Passiflora dorisiae*: (A) Hábito; (B) Pecíolo; (C) Margen laminar basal; (D) Bráctea; (E) Flor en antesis; (F) Transcorte de flor y detalle del opérculo; (G) Fruto inmaduro.

El margen laminar en ambas especies se presenta entero y glandular-aserrado sólo en las zonas sinusales, pero en *P. dorisiae* se presenta además una zona glandular-aserrada en el margen interno de la base laminar, inclusive con algunos dientes en el punto de unión con el peciolo, característica no reportada en *P. lawessonii*. El peciolo en ambas especies presenta en su mitad un par de glándulas estipitadas, pero en *P. dorisiae* se presenta ocasionalmente una tercera glándula estipitada ubicada en la zona distal cerca a la base laminar.

Se propone la ubicación de esta nueva especie del subgénero *Passiflora* en la supersección *Stipulata* Feuillet & J.M. MacDougal sección *Granadillastrum* Tr. & Planch. de acuerdo a la actual clasificación infragenérica de *Passiflora* (Feuillet & MacDougal 2004) por poseer estípulas reniformes conspicuas, brácteas libres, hojas 3-lobadas y flores erectas con corona conspicua.

Otras especies afines a *P. dorisiae* después de *P. lawessonii* son *P. sprucei* Mast., *P. reticulata* Mast. & André y *P. subulata* Mast., trepadoras reportadas también en el noroeste del Perú donde comparten el hábitat nebuloso montano de los Andes norteños, estando algunas presentes también en Ecuador y Colombia; todas de flor diferente.

Clave para diferenciar a *P. dorisiae* de *P. lawessonii*

1a. Opérculo recurvado, partido en la mitad superior en segmentos filiformes; brácteas de margen entero; lámina foliar 3-4 lobada incisa $\frac{1}{2}$ de su tamaño, peciolo con 2 glándulas estipitadas (Ecuador, Colombia).

..... *P. lawessonii*

1b. Opérculo erecto, partido en la mitad superior en segmentos filiformes y una serie de filamentos pequeños insertos en el medio hacia el limen; brácteas de margen aserrado-glandular; lámina foliar 3-lobada incisa $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ de su tamaño, peciolo con 2-3 glándulas estipitadas (Perú).

..... *P. dorisiae*

Especímenes adicionales examinados

***Passiflora dorisiae*:** PERÚ. Departamento de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Distrito de Salas. Huarhuarcucho. 2021 m. 14 Setiembre 2013. C. Rojas, S. Llatas, G. Torres, L. García & A. More 51 (PRG!). Distrito de Kañaris. Bosque de Chiñama. 2150 m. 07 Junio 2014. B. Esquerre, L. Vásquez, J. Escurra, Y. Murillo, A. Díaz, L. Ocupa 150 (PRG!) Departamento de Cajamarca, Provincia de Chota, Distrito de Miracosta. Ruta Miracosta-Tocmoche. 1900 m. 13 Octubre 2013. B. Esquerre & R. Rijalba 149 (PRG!). Departamento de Piura, Provincia de Huancabamba, Distrito de Canchaque. Ruta Huancabamba-Chulucanas. 1500-1800 m. 21 Mayo 1998. M. Weigend & N. Dostert 98/285 (CPUN!).

Distribución y estado de conservación

Passiflora dorisiae posee hasta ahora cinco poblaciones en el noroeste del Perú reportadas en los Departamentos de Piura: Distrito de Canchaque, Lambayeque: Distritos de Salas y Kañaris, y Cajamarca: Distritos de Catache, Miracosta y probablemente Bolívar (Juárez et al 2005). Esta nueva especie mantiene la continuidad florística del corredor biológico Amotape-Huancabamba (Weigend 2002) dentro del Chocó biogeográfico peruano habitando los fragmentos de bosque montano desde un rango aproximado de 1500 – 2200 m de elevación con algunas

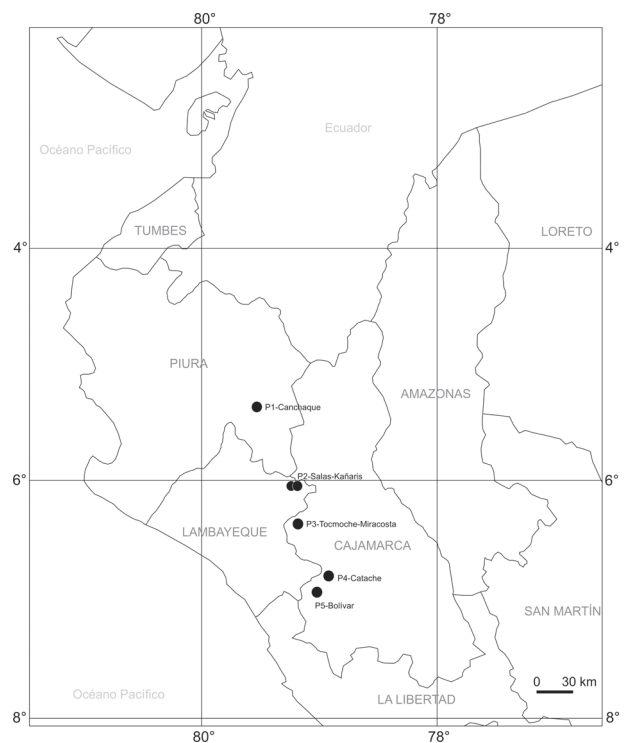


Figura 3. Distribución mundial de las cinco poblaciones reportadas de *Passiflora dorisiae* en el Noroeste del Perú.

zonas predominantemente húmedas debido a la abundante nubosidad presente en el área y las precipitaciones.

Passiflora dorisiae es ahora un nuevo endemismo para la flora peruana, dentro de su área de distribución se le clasifica como vulnerable: VU (IUCN 2013) hasta que nuevos reportes poblacionales amplíen su distribución, solo está protegida dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE) en el Refugio de Vida Silvestre Bosques Nublados de Udimá donde ha sido observada, esta área comprende un sector de bosques húmedos del Distrito de Catache en el Departamento de Cajamarca; sin embargo las poblaciones en los Distritos de Miracosta y Bolívar (Departamento de Cajamarca) y en los Distritos de Salas y Kañaris (Departamento de Lambayeque) están desprotegidas y amenazadas por la agricultura migratoria, la colonización irresponsable y ahora la minería a cielo abierto.

Etimología

Passiflora dorisiae en honor a Doris Maritza Ibañez Bellodas, madre del autor.

Especies afines examinadas

***Passiflora lawessonii*:** ECUADOR. Provincia de Carchi. Ruta Tulcán-Maldonado, kilómetro 67. 2600 m. 21 Mayo 1973. L. Holm-Nielsen, S. Jeppesen, B. Lojtnant, B. Ollgaard 6200 (AAU, image!).

Agradecimientos

A Leopoldo Vásquez, Consuelo Rojas y Santos Llatas por facilitar las expediciones botánicas. A Guillermo Delgado por permitir el estudio morfológico en los ambientes y con equipos del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales y Recursos Fitogenéticos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en Lambayeque, Perú. A Josefa Escurra, Isidoro Sánchez† y Eric

Rodríguez por permitir la revisión de material botánico en las colecciones de los herbarios PRG, CPUN y HUT respectivamente, a Eric Rodríguez y Nancy Hensold por su colaboración con los especímenes tipo. A John MacDougal por su valiosa ayuda en las dudas ahora resueltas.

Literatura Citada

- Brako L. & J. Zarucchi. 1993. Catálogo de plantas con flores y gimnospermas del Perú. Monographs in Systematic Botany 45. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO.
- Bernal R.; S. Gradstein & M. Celis. 2015. New names and new combinations for the Catalogue of the Plants and Lichens of Colombia. *Phytoneuron* 22: 1-6.
- Büchert A. & J. Mogens. 2001. The fragility of extreme specialization: *Passiflora mixta* and its pollinating hummingbird *Ensifera ensifera*. *J. Trop. Ecol.* 17: 323-329. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467401001213>
- Dhawan K.; S. Dhawan & A. Sharma. 2004. *Passiflora*: a review update. *J. Ethnopharmacol.* 94: 1-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.023>
- Esquerre-Ibañez B. 2014. *Passiflora punctata* and its capricious lamina's shape in Northern Peru. *Passiflora Online Journal* 5: 26-29.
- Esquerre-Ibañez B.; C. Rojas-Idrogo, S. Llatas-Quiroz & G. Delgado-Paredes. 2014. El género *Passiflora* L. (Passifloraceae) en el Departamento de Lambayeque, Perú. *Act. Bot. Malac.* 39: 55-70.
- Feuillet C. & J. M. MacDougal. 2004 ['2003']. A new infrageneric classification of *Passiflora*. *Passiflora* 13(2): 34-35, 37-38.
- Gentry A. K. 1996. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. University of Chicago Press, Chicago. 918 pp.
- Gilbert L. 1982. The coevolution of a butterfly and a vine. *Sci. Am.* 247: 110-121. <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0882-110>
- Hernández A. & R. Bernal. 2000. Lista de Especies de Passifloraceae de Colombia. *Biota Colombiana* 1(3): 320-335.
- Holm-Nielsen L. B. & J. E. Lawesson. 1987. New species of *Passiflora* subgenus *Passiflora* from Ecuador. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 74: 497-504. <http://dx.doi.org/10.2307/2399317>
- IUCN. 2013. Guideline for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- Juárez A.; J. Ayasta; R. Aguirre & E. Rodríguez. 2005. La Oscurana (Cajamarca) un bosque relicto más para conservar en las vertientes occidentales andinas del norte del Perú. En: M. Weigend, E. Rodríguez & C. Arana, Bosques relictos de NO del Perú y SO de Ecuador. *Rev. peru. Biol.* 12(2): 289-298. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2401>
- Leal I.; E. Fischer, C. Kost, M. Tabarelli & R. Wirth. 2006. Ant protection against herbivores and nectar thieves in *Passiflora coccinea* flowers. *Ecoscience* 13 (4): 431- 438. [http://dx.doi.org/10.2980/1195-6860\(2006\)13\[431:APAHAN\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.2980/1195-6860(2006)13[431:APAHAN]2.0.CO;2)
- Muchhala N. & P. Jarrin-V. 2002. Flower visitation by bats in cloud forests of western Ecuador. *Biotropica* 34: 387-395. [http://dx.doi.org/10.1646/0006-3606\(2002\)034\[0387:FVBBIC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1646/0006-3606(2002)034[0387:FVBBIC]2.0.CO;2)
- Ocampo J. ; G. Coppens d'Eeckenbrugge, M. Restrepo, A. Jarvis, M. Salazar & C. Caetano. 2007. Diversity of Colombian Passifloraceae: biography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana* 8(1): 1-45.
- Porter-Urley K. 2014. A revision of *Passiflora* L. subgenus *Decaloba* (DC.) Rchb. Supersection *Cieca* (Medik.) J. M. MacDougal & Feuillet (Passifloraceae). *Phytokeys* 43: 1-224. <http://dx.doi.org/10.3897/phytokeys.43.7804>
- Ramírez W. 2006. Hibridación interespecífica en *Passiflora* (Passifloraceae), mediante polinización manual, y características florales para la polinización. *Lankesteriana* 6(3): 123-131. <http://dx.doi.org/10.15517/lank.vi.7957>
- Skrabal J.; T. Hans-Jürgen & M. Weigend. 2001. A revision of the *Passiflora lobbii* group (Passifloraceae) including some new species and subspecies. *Harvard Pap. Bot.* 6(1): 309-338.
- Ulloa C.; J. Zarucchi & B. León. 2004. Diez años de adiciones a la Flora del Perú: 1993-2003. *Arnaldoa* (edición especial): 7-242. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.63538>
- Ulmer T. & J. M. MacDougal. 2004. *Passiflora*: Passionflowers of the World. Timber Press, Portland.
- Weigend M. 2002. Observations on the biogeography of the Amotape – Huancabamba Zone in Northern Peru. En: K. Young, C. Ulloa U., J. L. Luteyn & S. Knapp, Plant Evolution and Endemism in Andean South America. *Bot. Rev.* 68(1): 385-400. [http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0038:OOTBOT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0038:OOTBOT]2.0.CO;2)

TRABAJOS ORIGINALES

Notas sobre *Chloraea undulata* “Orquídea de Lima” y su registro en las lomas de Asia, Cañete, Perú

Notes on the “Lima orchid” *Chloraea undulata* and its record in the hills of Asia, Cañete, Peru

Miguel Lleellish Juscamayta

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR. Ministerio de Agricultura y Riego. Calle 17 N° 355 Urb. El Palomar, San Isidro, Lima – Perú.
[mleellish@gmail.com]
Email: mleellish@serfor.gob.pe

Resumen

Chloraea undulata es una orquídea endémica del Perú. Originalmente colectada por Antonio Raimondi en el siglo XIX, fué reconocida como una especie característica de las lomas de Lima hasta mediados del siglo pasado. Desde entonces, la especie ha sido considerada desaparecida de las lomas costeras y especialmente del Cerro Amancaes, su localidad tipo, que hoy integra el casco urbano de la capital. En el presente trabajo, se documenta su presencia en las lomas de Asia 100 km al sur de Lima y se valora la importancia de este hallazgo para la conservación de la especie y su hábitat.

Palabras clave: *Chloraea undulata*; lomas costeras; desierto peruano; ecosistemas frágiles.

Abstract

Chloraea undulata is an orchid endemic to Peru. Originally collected by Antonio Raimondi in XIX century, until first half of the last century it has been regarded as a species characteristic of the hills around Lima. The “Lima orchid” *Chloraea undulata* is considered to be in decline in the hills of Lima province, especially in the type localities of Cerro Amancaes and Cerro El Agustino where urban growth and expansion has been significant. In this paper its presence in the hills of Asia District, 100 km south of Lima, is documented, and we also analyzed the implications of this finding for the species conservation and their habitat.

Keywords: *Chloraea undulata*; coastal hills; Peruvian desert; fragile ecosystem.

Citación:

Lleellish Juscamayta M. 2015. Notas sobre *Chloraea undulata* “Orquídea de Lima” y su registro en las lomas de Asia, Cañete, Perú. Revista peruana de biología 22(3): 309 - 314 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11436>

Presentado: 15/12/2014
Aceptado: 06/12/2015
Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

El autor manifiesta que no incurre en conflictos de intereses.

Permiso de colecta:

El estudio se realizó bajo la autorización RD N° 294 - 2014-MINAGRI-DGFFS/DGEFFS- emitida por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura- actualmente Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre (SERFOR).

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Las lomas costeras son ecosistemas notables localizados en el desierto costero que comparten Perú y Chile (Lleellish et al. 2015). Alimentadas por la humedad de las neblinas procedentes del Océano Pacífico, las lomas han permitido el asentamiento de especies vegetales perfectamente adaptadas al medio, algunas de ellas emblemáticas, como el “amancaes” *Ismene amancaes* (Ker Gawl.) Herb., y *Chloraea undulata* Raimondi ex Colunga, la “orquídea de Lima”, una de las 4 especies de orquídeas reportadas para estos ecosistemas de neblina (Trujillo & Delgado 2011).

Las lomas de Asia se ubican a 100 km al sur de la ciudad de Lima en el distrito de Asia, provincia de Cañete, departamento de Lima, en territorio de la Comunidad Campesina de Asia (Fig. 1). El área está formada por un conjunto de colinas, quebradas y cumbres de cerros entre los 200 y 1200 de elevación, que se cubren de una vegetación herbácea estacional durante los meses de primavera e invierno.

Chloraea undulata (Fig. 2), orquídea endémica del Perú fue descrita por Raimondi (in Colunga 1878) a partir del material colectado por el sabio en las lomas costeras cercanas a la ciudad de Lima (registro 739 USM, Fig. 3), como las del Cerro Amancaes y Cerro San Jerónimo en el Rímac, reconocidas como localidades tipo de la especie.

Chloraea en el Perú y en las lomas costeras

Chloraea es un género no-monofilético endémico de Sudamérica (Cisternas et al. 2012), que se distribuye de manera disjunta en tres áreas geográficas muy distantes entre sí: el área I

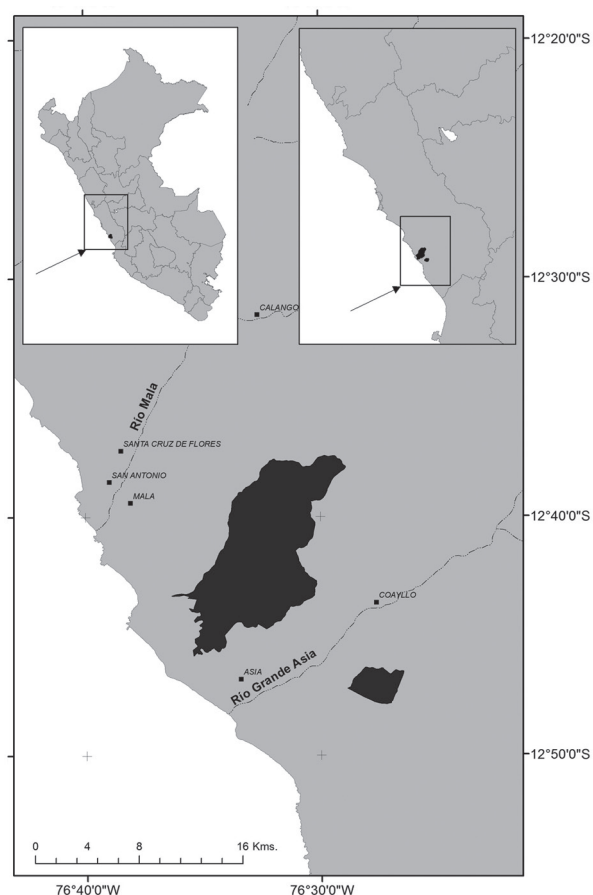


Figura 1. Mapa de ubicación de las Lomas de Asia en el Departamento de Lima.



Figura 2. Ejemplar en floración de *Chloraea undulata* en las lomas de Asia, mostrando los pétalos de color amarillo y la venación verdosa.

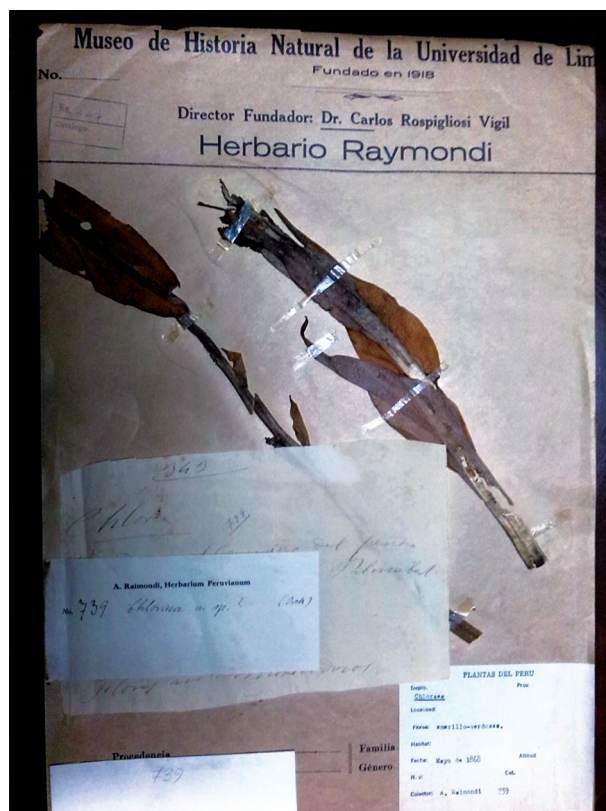


Figura 3. Ejemplar representativo de *Chloraea undulata* colectado por Raimondi en 1868. (A. Raimondi 739, USM).



Figura 4. Holotipo de *Chloraea peruviana* Kraenzl. (Sinónimo de *Chloraea undulata*) colectado por Weberbauer en el cerro Amancaes (A. Weberbauer HBG501465).

Patagónica-Chilena, que corresponde a la mayor parte de Chile desde los 30° S hasta la Patagonia, área II Tucumano- Boliviano, que incluye las especies de Perú región sudeste de Bolivia, y el norte de Argentina; y área III Sudbrasil-Platense localizada entre Brasil y Argentina (Hauman 1922).

Las especies peruanas de *Chloraea* comprenden a *C. undulata*, *C. reticulata* Schltr., *C. multilineolata* C. Schweinf., *C. densipilosa* C. Schweinf. (Schweinfurth 1970) y *C. septentrionalis* M.N. Correa (Correa 1969), esta última reportada para los bosques montanos de La Libertad (Sagástegui et al. 1991).

De acuerdo con *The Plant List* (2015) *C. undulata* es un nombre válido y *Chloraea peruviana* Kraenzl. (Fig. 4) es considerada sinónima de *C. undulata* (Pupulin 2012, Garay & Romero 1998, Schweinfurth 1970).

Chloraea undulata habita las lomas costeras y regiones interandinas (Brako & Zarucchi 1993), en las cuencas de los ríos Jequetepeque y Chicama, en los departamentos de La Libertad y Cajamarca, y en la cuenca del río Rímac en el departamento de Lima (Roque & León 2006).

La revisión de los registros con que cuenta el Herbario de San Marcos, señalan como hábitats más frecuentes de la especie, en la actualidad; las laderas rocosas entre los 2600 y 2900 m de altitud, en las localidades de Arahua, Lachanqui y Collo en la provincia de Canta, y el Bosque de Zarate en la provincia de Huarochiri, todas las localidades en el departamento de Lima. Dichas localidades están ubicadas a mayor altitud que las lomas costeras, ecosistemas cuya máxima altitud bordea los 1200 m de altitud, en los pisos más bajos de los flancos andinos.

Fuera de Lima, *C. undulata* ha sido registrada en Chincheros, departamento de Cusco (Franquemont 1990) y las cuencas de los ríos Jequetepeque y Chicama en el departamento de La Libertad, a aproximadamente 3100 m de altitud (Sagástegui & Dillon 1991).

Trujillo (2013) mencionó que el último registro de la especie en las lomas costeras fue el de Ramón Ferreyra en el año 1952 en las lomas de Iguanil provincia de Huaral (aproximadamente



Figura 5. Escapo floral de *Chloraea undulata* portando 23 flores. Al fondo, se aprecia el hábitat característico conocido como "loma herbácea".

a 72 km al norte de Lima). Desde entonces *C. undulata* no ha sido observada en estas comunidades a pesar de los esfuerzos realizados para conocer su estado actual de conservación (Trinidad et al. 2012, Llellish et al. 2015).

Redescubriendo la Orquídea de Lima en las lomas costeras

El registro de un único ejemplar de *C. undulata* tuvo lugar en setiembre de 2014 en la loma de Asia (Quebrada Gonzalillo, 79°17'19"W; 12°45'3"S), en el hábitat denominado loma herbácea, a una altitud de 490 m (Fig. 5).

La planta fue hallada en un desfiladero o camino divisorio entre dos laderas; protegida por varias rocas grandes que creaban en conjunto un microhábitat más húmedo que el área circundante, y a pocos metros de la base de una torre de alta tensión. Dicha ubicación dificultaba el pastoreo de ganado vacuno y el tránsito frecuente por los pobladores locales. Asimismo, el avistamiento de un "jergón de costa" *Bothrops pictus* (Tschudi 1945), especie amenazada, sumamente rara de encontrar, confirmaba lo poco visitada de la zona.

Chloraea undulata fue ubicada en territorio de la Comunidad Campesina de Asia, motivo por el cual, respetando el pedido de la población local sobre las precauciones con las especies valiosas o únicas, se evitó su colecta. No obstante, fue posible obtener datos morfológicos y biológicos en campo, durante los meses de setiembre y octubre de 2014, los que se detallan a continuación:

Altura de la planta 79 cm incluyendo el escapo floral. Tallo foliáceo cubierto por hojas envainantes. Hojas 8, ovada-



Figura 6. *Chloraea undulata*, detalle del tallo con la típica venación verdosa. Se muestran las hojas envainadoras e imbricadas en la base.

ceoladas (Fig.6). Hoja basal más grande 17 cm de largo por 5.5 cm de ancho; hoja distal más pequeña 8 cm de largo por 2.5 cm de ancho. Longitud de la espiga floral 27 cm. Número total de flores 23 (todas con floración exitosa). Cápsula o botón de semilla 3.2 cm a 4.2 cm de longitud y 1.0 cm a 1.2 cm de ancho. Color de la flor amarillo con venas verdes, notorias, reticuladas. Sépalos aproximadamente de 3 cm de longitud. Aunque no se observó ni se tomaron datos de la raíz, es importante mencionar los apuntes de Ramón Ferreyra sobre la coloración clara y “casi transparente” de los tubérculos de un ejemplar de las lomas de Chancay (ficha de registro 8748 USM, año 1952).

La floración fue observada entre setiembre y la primera semana de octubre. El inicio de la fructificación se observó en la última quincena de octubre. Durante este período, las hojas basales empezaron a secarse.



Figura 7. Detalle del labelo de *Chloraea undulata* mostrando los apéndices engrosados y algo falcados, siguiendo el curso de las venas.

Como elementos florísticos sobresalientes simpátricos con *C. undulata* se encontró a *Croton alnifolius* Lam., *Solanum americanum* Mill., *Sonchus oleraceus* L., *Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxell, *F. peruviana* (L.) Fryxell, *Crassula connata* (Ruiz & Pav.) A. Berger, *Raymundochloa trachyanta*, *Fumaria capreolata* L. y *Oxalis megalorrhiza* Jacq.

Caracteres específicos de *Chloraea undulata* según Raimondi

Miguel de Fernández Colunga (1878), médico y amigo de confianza de Raimondi, recogió en su libro, Lecciones de Botánica, los caracteres específicos dados por el sabio a la especie, los cuales constituyen su protólogo:

Chloraea undulata. *Caule sesquipedalis, folioso, foliis elliptico-oblongis, basi vaginantibus, racemo terminalis, multifloro (12-20:), perigonii phyllis e – ternis oblongis subaequalibus, apice reflexis. Perigonii phyllis lateralibus internis, ovalibus obtusis. Labello unguiculato obsolete obtuso, trilobo, lobis lateralibus obtusis, integris. Intermedio obtuso margine undulato, minute crenato, disco venis 5-7-9 appendicibus nunc falcatis, nunc lamellatis, nunc tridentatis.*

Colunga (1878), se refiere a esta planta como “...tal vez la única especie indígena de *Chloraea* en el Perú” y asimismo, menciona que “... se halla en las inmediaciones de los cerros de Lima: tiene una talla de un metro poco más o menos: con hojas elíptico-oblongas: las flores dispuestas en racimos: con el periancio de un color amarillo dorado con estrías verdosas: el *labellum* unguiculado y trilobo” (p. 187)

El ejemplar encontrado en Asia posee las principales características de diagnóstico para *C. undulata*: racimo terminal con más de 20 flores amarillas con venas verdes, sépalos con más de 2.5 cm de longitud, labelo sub-simple o discretamente trilobado, el lóbulo intermedio obtuso con el margen ondulado (Fig. 7). El disco del labelo con unas cuantas papilas engrosadas y falcadas siguiendo la orientación de las venas, sin llegar a constituir un conjunto denso (como en el caso de *C. densipapillosa*: Schweinfurth 1970). Esta descripción concuerda también con los detalles plasmados en la acuarela de H. del Garnier (Raimondi et al. 2010, Fig. 8), uno de los ilustradores que colaboraron con Raimondi.

Consecuencias para la gestión y conservación de la loma de Asia

En el Perú *C. undulata* está considerada en peligro crítico de extinción (D.S. 043-2006-AG). Roque y León (2006) justificaron el grado de amenaza de la especie en base a una reducida extensión de la presencia (menor a 5000 km²), su ocurrencia en no más de 5 localidades y una disminución continua en su área de extensión o calidad de hábitat. El hecho de que *C. undulata* no haya sido reportada durante más de 60 años apoya la evaluación realizada sobre la especie y su grado crítico de amenaza.

Las lomas costeras son consideradas como ecosistemas frágiles según lo establece la Ley N° 28611, y alguna de ellas integran la lista nacional de ecosistemas frágiles (RM N° 0274-MINAGRI). Su fragilidad se manifiesta en la poca resiliencia que tienen para afrontar las graves amenazas antrópicas que afectan su funcionamiento, como lo son: el avance del casco urbano, sobrepastoreo, contaminación por residuos sólidos, minería no metálica, tendido de líneas eléctricas y la ampliación de la frontera agrícola (Lleellish et al. 2015). Como producto de dichas amenazas, la



Figura 8. *Chloraea undulata*. Acuarela de *C. undulata* pintada por H. del Garnier (reproducida con permiso del Museo Antonio Raimondi).

cobertura natural de lomas ha retrocedido y se ha fragmentado de manera progresiva.

Un ejemplo notable de este proceso, es lo sucedido con el complejo de Lomas de Atocongo. Dicho sistema, que incluía antiguamente en una sola unidad vegetacional a las lomas del Lúcumo, Zorritos, Villa María y Retamal; hoy se encuentra dividida en 5 lomas que presentan, en sus zonas más bajas, la intrusión urbana de 4 de los distritos más poblados de Lima, el cementerio más grande del Perú y una gran concesión de minería no metálica.

Las faldas del cerro Amancaes en el distrito de Rímac, exhibían una cubierta estacional de “amancaes” que inspiró una de las fiestas costumbristas más populares de la Lima virreinal y republicana (Collantes & Leon 1997). Hoy en día, calles y avenidas han reemplazado a las plantas de lomas. *Ismene amancaes*, la flor que dio el nombre al cerro, no ha vuelto ser encontrada en esta localidad. Los cerros señalados por Raimondi, Weberbauer y Maish (Trujillo 2013) como localidades tipo donde *C. undulata* fue colectada y descrita (Cerro Amancaes, Cerro El Agustino y Cerro San Jerónimo forman actualmente parte del eje urbano central de la ciudad de Lima (Collantes & Leon 1997). A consecuencia de dichas amenazas, la “orquídea de Lima” y otras especies de flores propias de las lomas de la costa central han visto mermadas sus poblaciones llegando, en ciertos casos, a registrarse como muy escasas o desaparecidas (Roque y León 2006).

Chloraea undulata está incluida en la lista de la Convención de Especies Amenazadas por el Comercio- CITES, siendo objeto

de un tratamiento especial al igual que las otras tres orquídeas registradas para las formaciones de lomas: *Aa weddelliana* (Rchb.f.) Schltr., *Pelexia matucanensis* (Kraenzl.) Schltr. y *Malaxis andicola* (Ridl.) Kuntze (Trujillo 2013).

La Comunidad Campesina de Asia ha promovido la puesta en valor de este importante ecosistema, estableciendo circuitos ecoturísticos, controlando la frecuencia e intensidad de visitantes, estableciendo guardaparques comunales, modificando rutas de pastoreo y evitando la sobre extracción de recursos. La implementación de dichas acciones ha conducido a la aparición de especies vegetales que no se veían desde hace muchos años, entre ellas la “orquídea de Lima”.

Contar con esta especie emblemática ha alentado la conservación de las lomas costeras a nivel local y regional, creando un sentido de identidad relacionado a un recurso natural que necesita ser protegido, y revalorando en simultáneo, el conocimiento ancestral heredado de tiempos prehispánicos, respecto a la conservación de las lomas.

Luego de dos años de trabajo dedicado, la presencia de la “orquídea de Lima” en el territorio de la Comunidad Campesina de Asia, ha compensado el esfuerzo de los pobladores locales. Este ejemplo espontáneo de gestión participativa, puede adoptarse como instrumento de política pública y ser replicado con éxito en otras lomas vecinas.

Agradecimientos

A la Comunidad Campesina de Asia, al Dr. Michael Dillon su constante apoyo y acertados comentarios, a Franco Pupulin por sus sugerencias y datos complementarios sobre las orquídeas de Ruiz y Pavón, a la Dra. Christine Giannoni, Bibliotecaria del Field Museum, a Hipólito Castillo y Ricardo Fernández, curador del herbario del Museo de Historia Natural (USM), por facilitarme el examen de las especies de *Chloraea* presentes en la colección Raimondi.

Literatura citada

- Brako L. & J.L. Zarucchi 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: 1-1286.
- Cisternas M., G. Salazar, G. Verdugo, et al. 2012. Phylogenetic Analysis of Chloraeinae (Orchidaceae) Based on Plastid and Nuclear DNA Sequences. Botanical Journal of the Linnean Society. 168: 258-277.
- Collantes B. & M. Leon 1997. *Chloraea undulata*. The Orchid of Lima. The Lima Times 22:1.
- Correa M. 1969. “Chloraea” Género Sudamericano de Orchidaceae. Darwiniana 15 : 374– 500.
- Colunga M. F. 1878. Lecciones de Botánica. Imprenta del Estado. Lima
- Dillon, M. O. 2014. (en línea). LOMAFLO Searchable Database <http://emuweb.fieldmuseum.org/botany/search_lomas.php>. Acceso 01/11/14.
- Dillon, M.O., S. Leiva, G.M. Zapata, et al. 2012. Floristic Checklist of the Peruvian Lomas Formations – Catálogo Florístico de las Lomas Peruanas. Arnela 18(1): 7–32.
- Garay L.A. & G.A. Romero-González. 1998. Schedulae Orchidum. Harvard Papers in Botany 3(1): 53-62.
- Ley N°. 28611. 2005. Ley General del Ambiente. Normas Legales, El Peruano. Lima 15 de octubre de 2005. 302291-302310.
- Llellish M., J. Odar & H. Trinidad. 2015. Guía de Flora de las Lomas de Lima. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima. 168 pp. doi: 10.13140/RG.2.1.4431.0564
- Pupulin F. 2012. The Orchidaceae of Ruiz & Pavón’s “Flora Peruviana et Chilensis”. A Taxonomic Study. I. Anales Jard. Bot. Madrid 69(1): 21-79. doi:10.3989/ajbm.2295.

- Raimondi A. 2010. Flora perpetua: Arte y Ciencia Botánica de Antonio Raimondi. Luis Felipe Villacorta ed. Asociación educacional Antonio Raimondi. Lima
- RM N° 0274-MINAGRI. 2013. Reconocen y disponen la Inscripción en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio de Agricultura, de la Loma de Lúcumo, ubicada en el Departamento de Lima. Lima 01 de agosto del 2013. El Peruano Normas legales: 500612-500613.
- Roque J. & B. León. 2006. Orchidaceae Endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología. Número especial 2006; 13(2): 759 - 878. doi:10.15381/rpb.v13i2.1953
- Sagastegui A. & M. O. Dillon. 1991. Inventario Preliminar de la flora del Bosque Montesco. Arnaldoa 1 (1): 35-52.
- Shweinfurth C. 1958. Orchids of Peru. Fieldiana, Bot. 30: 1 -531
- Schweinfurth C. 1970. First supplement to the Orchids of Peru. Fieldiana, Bot. 33: 1-85.
- The Plant List 2010. <<http://www.theplantlist.org/>> Acceso 15/06/2015.
- Trinidad H., E. Huaman, A. Delgado, et al. 2012. Flora Vascular de las Lomas de Villa María y Amancaes. Revista Peruana de Biología. 19 (2): 149-158. doi:10.15381/rpb.v19i2.834
- Trujillo D. & A. Delgado. 2011. Aa from Lomas Formation. A New Orchidaceae Record from Desert Coast of Peru. Lankesteriana 11 (1): 33-38. 2011. doi:10.15517/lank.v11i1.18313
- Trujillo D. 2013. Diversidad de Orquídeas de las diferentes Formaciones Vegetales de los Andes peruanos. Lankesteriana 13 (1-2): 103-111. doi:10.15517/lank.v0i0.11546.

TRABAJOS ORIGINALES

Comparación foliar morfológica y anatómica entre ejes producidos por semilla y por ramificación basal de *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae)

Morphological and anatomical comparison between axes produced by seed and basal branching of *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae)

Marinoli Rivas, Betty Millán* y Francis Kahn

*Autor para correspondencia

Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Arenales 1256, Jesús María, Lima 11, Perú.

Email Marinoli Rivas: marinoli23@gmail.com

Email Betty Millán: bmillans@gmail.com

Email Francis Kahn: franciskahn@orange.fr

Resumen

En la palmera cespitosa *Astrocaryum carnosum* se describe y compara la morfología y anatomía foliar entre ejes producidos por semilla y ejes producidos por ramificación basal en tres fases de desarrollo; fase 1: hojas enteras, fase 2: hojas irregularmente pinnadas con 2 a 6 pares pinnas y fase 3 con 7 a 21 pares de pinnas. En cada caso se midieron cuatro parámetros morfológicos y 14 parámetros anatómicos para la fase 1; y 12 parámetros morfológicos y 14 parámetros anatómicos para las fases 2 y 3. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el número de hojas, largo del pecíolo, largo de la lámina, ancho de la pinna basal y media, espesor del parénquima esponjoso, tamaño del paquete de fibras no vasculares y densidad estomática.

Palabras claves: *Huicungo*; hábito cespitoso; ramificación basal.

Abstract

For the caespitose palm *Astrocaryum carnosum* are described and compared the foliar morphology and anatomy between axes produced by seed and basal branching in three stages of development; stage 1: with entire leaves; stage 2: with 2–6 pairs of irregular pinnae and stage 3: with 7–21 pairs of pinnae. For each case were considered four morphological and 14 anatomical parameters for phase 1; and 12 morphological and 14 anatomical parameters for phases 2 and 3. Significant differences ($p < 0.05$) were found in the number of leaves, length of petiole, length of lamina, width of basal and middle pinna, thickness of spongy parenchyma, size of non–vascular fibers bundles and stomatal density.

Keywords: *Huicungo*; caespitose; basal branching.

Citación:

Rivas M., B. Millán & F. Kahn. 2015. Comparación foliar morfológica y anatómica entre ejes producidos por semilla y por ramificación basal de *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae). Revista peruana de biología 22(3): 315 – 322 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11437>

Presentado: 02/08/2015

Aceptado: 23/11/2015

Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

MR, BM y FK realizaron los trabajos de campo, MR realizó el trabajo de laboratorio y MR, BM y FK redactaron y aprobaron la versión final del presente trabajo.

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Fuentes de financiamiento:

Trabajo financiado por el Proyecto FP7 PALMS N° 212631.

Permisos de colecta:

Trabajo con el permiso 2009–AG–DGFFS–DGEFFS

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución–NoComercial–CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Las plantas clonales son abundantes en los bosques tropicales (Caballé 1994). Se han planteado muchas ventajas adaptativas del crecimiento clonal, tales como: la habilidad para una rápida colonización de espacios abiertos, alta competitividad y mayor sobrevivencia bajo condiciones ambientales adversas (Bond & Midgley 2001). En las palmeras de sotobosque de los bosques tropicales, el crecimiento clonal es considerado una estrategia de crecimiento más que una estrategia de propagación-dispersión, la cual es llevada a cabo principalmente por semillas (Svenning 2000).

En las palmeras, el crecimiento clonal se da por ramificación basal, este proceso implica la producción de nuevos ejes a partir de yemas laterales ubicadas en la base del eje primario (Holtum 1955, Hallé et al. 1978, Tomlinson 1990). Según Font Quer (1982) un eje está formado por un vástago con raíces. La ramificación basal se presenta en un 33% de las palmeras de América tropical (Balslev et al. 2011), las cuales son denominadas cespitosas, siendo calificadas de solitarias las que no ramifican (Corner 1966). La ramificación basal es considerada una tendencia evolutiva en las palmeras, las cuales han llegado a ocupar todos los ecosistemas tropicales (Kahn y Granville 1992), debido que contribuye a reducir su tasa de mortalidad (Svenning 2000) y por qué favorece a un establecimiento más eficientemente a partir de pequeñas poblaciones, haciéndolos buenos colonizadores (Salm et al. 2007).

La sección *Huicungo* del género *Astrocaryum* abarca ocho especies cespitosas, las cuales tienen una única forma de vida, sin embargo, su distribución alcanza una gran variedad de

hábitats desde la región Sub Andina hasta la Amazonía baja (Kahn & Moussa 1994, Kahn 2008, Kahn & Millán 2013). Según Machahua et al. (2015) el proceso de ramificación basal en *Astrocaryum carnosum* de la sección *Huicungo* permite una explotación óptima del espacio y asegura la continuidad de la población en el tiempo.

En este contexto, el presente trabajo describe y compara la morfología y anatomía foliar entre ejes producidos por semilla y ejes producidos por ramificación basal, en tres fases de desarrollo de la palmera *Astrocaryum carnosum*, con el objetivo de conocer como el tipo de crecimiento, a partir de semilla o ramificación basal, influye en la expresión de los caracteres anatómicos y morfológicos.

Material y métodos

Área de estudio.— La evaluación y colecta de las muestras se llevó a cabo en cuatro localidades ubicadas en el valle del Alto Huallaga; dos pertenecientes a la región Huánuco: Tres de Mayo ($8^{\circ}28'46''\text{S}$, $76^{\circ}21'18''\text{W}$) y La Banda ($8^{\circ}28'23''\text{S}$, $76^{\circ}20'03''\text{W}$), y dos para la región San Martín: Tomás ($8^{\circ}25'30''\text{S}$, $76^{\circ}29'51''\text{W}$) y Puerto Rico ($8^{\circ}33'54''\text{S}$, $76^{\circ}16'47''\text{W}$) (Fig. 1). En el área de estudio la precipitación pluvial anual promedio es de 1340 mm^3 y la temperatura anual promedio es de 25.0°C (GTZ, PROTADU & MPT 2008). El área de estudio corresponde a un valle de sedimentación fluvialuvial, constituido por áreas relativamente planas, donde se encuentran las terrazas bajas inundables (GTZ, PROTADU & MPT 2008). La vegetación corresponde a un bosque tropical húmedo (Tosi 1960) y se caracteriza por presentar árboles que no superan los 30 m.

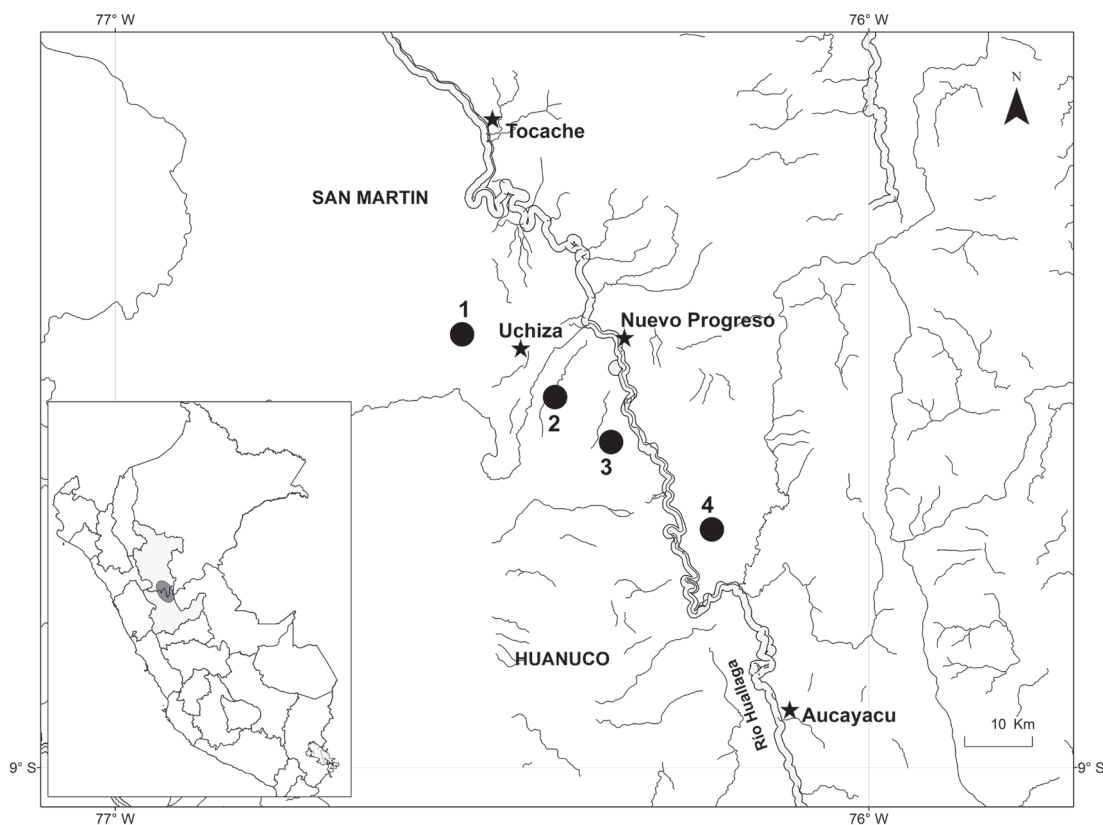


Figura 1. Localidades de evaluación y colecta de muestras: (1) Tomás, (2) Tres de Mayo, (3) La Banda y (4) Puerto Rico.



Figura 2. (A) Ejes producidos por ramificación basal. (B) Eje producido por semilla.

Especie estudiada.— *Astrocaryum carnosum* F. Kahn & B. Millán es una especie endémica del Perú (Millán 2006), se distribuye en el valle del Alto Huallaga, desde Tocache hasta Tingo María (Kahn & Millán 2013). Crece en bosques sobre suelos hidromórficos y bosques de restinga sobre suelos aluviales estacionalmente inundados (Kahn & Granville 1992). La palmera es cespitosa, subacaulescente o con tallo hasta 2 m de alto y 18 cm de diámetro y hojas largas con pecíolo hasta 7.5 m de largo, con hasta 120 pares de pinnas dispuestas en una mismo plano.

Durante su desarrollo, luego de germinar, las hojas de la palmera pasan por varias etapas de transformación (Tomlinson 1990). La fase 1 corresponde a las plántulas con hojas de lámina entero bífido, la fase 2 a los juveniles de hojas irregularmente pinnadas con 2 a 6 pares de pinnas y la fase 3 a los juveniles de hojas con lámina irregularmente pinnadas con 7 a 21 pares de pinnas. Transformaciones similares se observan durante el desarrollo de los ejes producidos por ramificación basal (Fig. 2).

Muestreo y parámetros morfológicos.— Se consideraron palmeras separadas entre sí por una distancia de 40 m. Para los ejes producidos por ramificación basal se verificó la conexión del eje a la planta madre antes de colectarlo.

Para la fase 1, se muestrearon 5 ejes producidos por semilla y 5 ejes producidos por ramificación basal, provenientes de palmeras diferentes. Si bien los ejes producidos por semilla estaban en abundancia, solamente se encontraron cinco ejes producidos por ramificación basal en el estado correspondiente a la fase 1. Se midieron cuatro parámetros morfológicos: número de hojas del eje; largo del pecíolo, largo de la lámina y ancho de la lámina de una hoja del eje.

Para la fase 2 y fase 3 se muestrearon en cada caso 30 ejes producidos por semilla y 30 ejes producidos por ramificación

basal. Para cada fase se midieron 12 parámetros morfológicos: número de hojas del eje; largo del pecíolo, largo de la lámina, largo de la pinna basal, ancho de la pinna basal, número de nervaduras de la pinna basal, largo de pinna media, ancho de la pinna media, número de nervaduras de la pinna media, largo de pinna apical, ancho de la pinna apical y número de nervaduras de la pinna apical de una hoja del eje.

Anatomía.— De los ejes muestreados en la evaluación morfológica, se tomaron secciones de la pinna media; para la fase 1, de 5 ejes producidos por semilla y 5 ejes producidos por ramificación basal; y para cada una de las fases 2 y 3 de 10 ejes producidos por semilla y 10 ejes producidos por ramificación basal.

Las secciones fueron fijadas en solución FAA (Formol, Ácido acético, Alcohol etílico). Se realizaron cortes transversales a mano alzada y raspados para obtener la epidermis abaxial (Johansen 1940, D' Ambrogio 1986). La tinción fue realizada con safranina al 1% y el montaje con gelatina fenicada. Se registraron datos cuantitativos de 14 parámetros anatómicos: espesor de la lámina foliar, espesor de la epidermis adaxial, espesor de la epidermis abaxial, espesor de la hipodermis adaxial, espesor de la hipodermis abaxial, espesor del parénquima clorofiliano en empalizada, espesor del parénquima clorofiliano esponjoso, largo y ancho del paquete de fibras no vasculares adyacente a la hipodermis adaxial, largo y ancho del paquete de fibras no vasculares ubicados en el parénquima en empalizada, número de capas del parénquima clorofiliano en empalizada, número de capas del parénquima clorofiliano esponjoso y la densidad estomática. Se realizaron tres réplicas de las mediciones por eje. Las mediciones anatómicas se realizaron con el programa Leica LAS (Leica Microsystems 2013), usando un microscopio binocular de luz Leica DM-500 con una cámara digital incorporada ICC-50.

Análisis estadístico.— Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS Statistics® 20.0. Se procedió en dos pasos: i) se evaluó la distribución normal de las variables por medio de la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0.05$); ii) se determinó los parámetros que presentan una diferencia significativa entre los ejes producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal para las fases 1, 2 y 3; aplicando el análisis de varianza (ANOVA) para los parámetros que presentaron distribución normal ($p < 0.05$) y la prueba de Kruskal Wallis ($p < 0.05$) para los parámetros que no presentaron distribución normal.

Resultados

Morfología foliar.— En la fase 1, las hojas de los ejes producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal presentaron en común: vaina con margen fibroso y setas negras e indumento ferrugíneo o grisáceo en la superficie abaxial, pecíolo cilíndrico con indumento color ferrugíneo o grisáceo, lámina entero bífido con indumento blanquecino en el lado abaxial y aguijones negros en los bordes. El mayor número de hojas y el pecíolo más corto en los ejes producidos por semilla son significativamente diferentes de los ejes producidos por ramificación basal (Tabla 1).

En la fase 2, las hojas de los ejes producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal presentaron en común: vaina con margen fibroso y setas negras e indumento ferrugíneo o grisáceo en la superficie abaxial; pecíolo cilíndrico con indumento color ferrugíneo o grisáceo y aguijones negros presentes o ausentes; lámina pinnada con indumento blanquecino en el lado abaxial y aguijones negros en los bordes, pinna basal y media lineal-lanceolada con una o varias nervaduras principales, y pinna apical bífida con ambas partes lineal-lanceolada con varias nervaduras principales, raquis con indumento ferrugíneo o grisáceo con aguijones negros presentes o ausentes. El mayor número de hojas, el pecíolo más corto, y la lámina más corta en los ejes producidos por semilla son significativamente diferentes de los ejes producidos por ramificación basal (Tabla 1).

En la fase 3, las hojas de los ejes producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal presentaron en común: vaina con margen fibroso y setas negras e indumento ferrugíneo o grisáceo en la superficie abaxial; pecíolo cilíndrico con indumento color ferrugíneo o grisáceo y aguijones negros presentes o ausentes; lámina pinnada con indumento blanquecino en el lado abaxial y aguijones negros en los bordes, pinna basal y media lineal-lanceolada con una o varias nervaduras principales, y pinna apical bífida con ambas partes lineal-lanceolada con varias nervaduras principales, raquis con indumento ferrugíneo o grisáceo con aguijones negros presentes o ausentes. El mayor número de hojas, el pecíolo más corto, y las pinnas basal y la media más anchas en los ejes producidos por semilla son significativamente diferentes de los ejes producidos por ramificación basal. (Tabla 1).

Anatomía foliar.—

En la fase 1, las hojas de los ejes producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal presentaron en común:

Sección transversal: epidermis adaxial formada por una capa de células rectangulares; epidermis abaxial formada por una capa de células ovaladas y tricomas cilíndricos simples pluricelulares; hipodermis adaxial formada por una capa de células rectangulares; hipodermis abaxial formada por

una capa de células rectangulares o fusiformes; parénquima clorofiliano diferenciado en empalizada y esponjoso, donde se encuentran idioblastos; fibras no vasculares solitarias o en grupos de 2 – 4 o formando paquetes rodeados por estegmatos (cuerpos de sílice), estos paquetes se distribuyen en tres filas, en la primera los paquetes presentan forma elíptica u ovoide y se ubican adyacentes a la hipodermis adaxial, en la segunda fila los paquetes presentan forma elíptica u ovoide y se ubican entre el parénquima en empalizada y esponjoso, y en la tercera fila los paquetes presentan forma circular y se ubican en el parénquima esponjoso; haz vascular mayor de forma circular u ovada, xilema compuesto por uno o dos vasos de metaxilema y floema distribuido en tres o cuatro paquetes

Vista superficial: epidermis adaxial formada por células con forma rectangular o poligonal dispuestas oblicuamente y epidermis abaxial formada por células con forma poligonal dispuestas verticalmente; estomas presentes solo en regiones intercostales de la superficie abaxial, formados por seis células subsidiarias (dos laterales a cada lado de las células oclusivas y dos terminales) y dos células oclusivas. La menor densidad estomática en los ejes producidos por semilla son significativamente diferentes de los ejes producidos por ramificación basal (Tabla 2).

En la fase 2, las hojas de los ejes producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal presentaron en común:

Sección transversal: epidermis adaxial formada por una capa de células rectangulares; epidermis abaxial formada por una capa de células ovaladas y tricomas cilíndricos simples pluricelulares; hipodermis adaxial formada por una capa de células rectangulares; hipodermis abaxial formada por una capa de células rectangulares o fusiformes; parénquima clorofiliano diferenciado en empalizada y esponjoso, donde se encuentran idioblastos; fibras no vasculares, solitarias o en grupos de 2 – 4 o formando paquetes rodeados por estegmatos, estos paquetes se distribuyen en tres filas, en la primera los paquetes presentan forma elíptica u ovoide y se ubican adyacentes a la hipodermis adaxial, en la segunda fila los paquetes presentan forma elíptica u ovoide y se ubican en el parénquima en empalizada, y en la tercera fila los paquetes presentan forma circular y se ubican en el parénquima esponjoso; haz vascular mayor de forma circular u ovada, xilema compuesto por uno o dos vasos de metaxilema y floema distribuido en tres o cuatro paquetes.

Vista superficial: epidermis adaxial formada por células con forma rectangular o poligonal dispuestas oblicuamente y epidermis abaxial formada por células con forma poligonal dispuestas verticalmente; estomas presentes solo en regiones intercostales de la superficie abaxial, formados por seis células subsidiarias (dos laterales a cada lado de las células oclusivas y dos terminales) y dos células oclusivas. El mayor espesor de la lámina, epidermis abaxial y parénquima esponjoso; el mayor ancho del paquete de fibras no vasculares ubicado en el parénquima en empalizada y la mayor densidad estomática en los ejes producidos por semilla son significativamente diferentes de los ejes producidos por ramificación basal (Tabla 2).

En la fase 3, las hojas de los ejes producidos por semillas y los ejes producidos por ramificación basal presentaron en común:

Tabla 1. *Astrocaryum carnosum* — Datos comparativos de cuatro parámetros morfológicos de la hoja para la fase 1 y 12 parámetros morfológicos de la hoja para las fases 2 y 3 entre ejes producidos por semilla y ejes producidos por ramificación basal (* $p < 0.05$; – $p > 0.05$).

	N	Eje producido por semilla	Eje producido por ramificación basal	p	Análisis comparativo
		Media ± DS (min-max)	Media ± DS (min-max)		
Fase 1					
Número de hojas	5	4.4 ± 1.1 (3.0 – 6.0)	2.0 ± 0 (2.0 – 2.0)	*	ANOVA
Largo del pecíolo (cm)	5	20.7 ± 11.3 (12.0 – 39.5)	37.6 ± 10.7 (22.0 – 52.0)	*	ANOVA
Largo de la lámina (cm)	5	28.6 ± 11.6 (16.5 – 47.7)	28.2 ± 7.8 (17.5 – 35)	—	ANOVA
Ancho de la lámina	5	10.1 ± 4.1 (6.0 – 17.0)	10.7 ± 2.1 (8.5 – 12.5)	—	ANOVA
Fase 2					
Número de hojas	30	6.0 ± 1.4 (3.0 – 9.0)	3.7 ± 1.4 (1.0 – 6.0)	*	ANOVA
Largo del pecíolo (cm)	30	61.9 ± 16.0 (33.0 – 93.5)	93.5 ± 34.7 (34.0 – 178.0)	*	ANOVA
Largo de la lámina (cm)	30	65.9 ± 15.6 (27.5 – 104.0)	75.2 ± 20.1 (45.0 – 123.3)	*	ANOVA
Largo pinna basal (cm)	30	52.6 ± 11.2 (30.0 – 76.0)	55.1 ± 14.1 (38.1 – 89.0)	—	ANOVA
Ancho pinna basal (cm)	30	6.7 ± 2.6 (1.7 – 12.2)	6.1 ± 2.8 (2.3 – 13.7)	—	ANOVA
Número nervaduras pinna basal	30	4.8 ± 1.5 (1.0 – 7.0)	4.8 ± 1.7 (2.0 – 9.0)	—	ANOVA
Largo pinna media (cm)	30	48.1 ± 10.3 (30.5 – 71.5)	51.1 ± 11.0 (34.9 – 81.0)	—	ANOVA
Ancho pinna media (cm)	30	7.6 ± 2.4 (1.4 – 11.6)	6.7 ± 2.1 (1.4 – 10.4)	—	ANOVA
Número nervaduras pinna media	30	4.8 ± 1.3 (1.0 – 7.0)	4.7 ± 1.3 (1.0 – 7.0)	—	Kruskal-Walis
Largo pinna apical (cm)	30	39.5 ± 8.6 (23.0 – 55.5)	40.8 ± 8.8 (29.0 – 64.5)	—	ANOVA
Ancho pinna apical (cm)	30	18.4 ± 5.6 (9.0 – 29.0)	17.3 ± 5.6 (10.3 – 33.0)	—	ANOVA
Número nervaduras pinna apical	30	17.3 ± 3.3 (12.0 – 23.0)	18.0 ± 3.1 (13.0 – 25.0)	—	ANOVA
Fase 3					
Número de hojas	30	6.7 ± 1.6 (4.0 – 11.0)	4.4 ± 1.1 (2.0 – 7.0)	*	ANOVA
Largo del pecíolo (cm)	30	111.1 ± 32.3 (34.0 – 183.0)	141.2 ± 47.2 (46.0 – 247.0)	*	ANOVA
Largo de la lámina (cm)	30	141.0 ± 31.5 (72.0 – 212.0)	139.9 ± 28.8 (91.0 – 196.0)	—	ANOVA
Largo pinna basal (cm)	30	59.3 ± 14.9 (19.0 – 94.0)	57.1 ± 13.5 (27.5 – 94.4)	—	ANOVA
Ancho pinna basal (cm)	30	3.0 ± 1.5 (1.1 – 7.5)	2.5 ± 1.1 (0.9 – 6.2)	*	Kruskal-Walis
Número nervaduras pinna basal	30	2.0 ± 1.0 (1.0 – 6.0)	1.7 ± 0.8 (1.0 – 4.0)	—	Kruskal-Walis
Largo pinna media (cm)	30	63.4 ± 14.3 (18.0 – 104.0)	61.3 ± 14.5 (26.0 – 92.0)	—	ANOVA
Ancho pinna media (cm)	30	5.1 ± 4.0 (1.6 – 17.8)	4.3 ± 3.6 (1.2 – 14.0)	*	Kruskal-Walis
Número nervaduras pinna media	30	2.4 ± 2.0 (1.0 – 9.0)	2.3 ± 2.0 (1.0 – 10.0)	—	Kruskal-Walis
Largo pinna apical (cm)	30	57.1 ± 12.1 (25.0 – 88.0)	55.2 ± 9.1 (33.8 – 72.0)	—	ANOVA
Ancho pinna apical (cm)	30	32.8 ± 7.5 (20.0 – 52.0)	29.9 ± 7.9 (12.0 – 49.0)	—	ANOVA
Número nervaduras pinna apical	30	24.4 ± 3.7 (18.0 – 36.0)	23.0 ± 3.7 (13.0 – 30.0)	—	ANOVA

Sección transversal: epidermis adaxial formada por una capa de células rectangulares; epidermis abaxial formada por una capa de células ovaladas y tricomas cilíndricos simples pluricelulares; hipodermis adaxial formada por una capa de células rectangulares; hipodermis abaxial formada por una capa de células rectangulares o fusiformes; parénquima clorofiliano diferenciado en empalizada y esponjoso, donde se encuentran idioblastos; fibras no vasculares, solitarias o en grupos de 2 – 4 o formando paquetes rodeados por estegmatos, estos paquetes se distribuyen en tres filas, en la primera los paquetes presentan forma elíptica u ovoide y se ubican adyacentes a la hipodermis adaxial, en la segunda fila los paquetes presentan forma elíptica u ovoide y se ubican en el parénquima en empalizada, y en la tercera fila los paquetes presentan forma circular y se ubican en el parénquima esponjoso; haz vascular

mayor de forma circular u ovada, xilema compuesto por uno o dos vasos de metaxilema y floema distribuido en tres o cuatro paquetes.

Vista superficial: epidermis adaxial formada por células con forma rectangular o poligonal dispuestas oblicuamente y epidermis abaxial formada por células con forma poligonal dispuestas verticalmente; estomas presentes solo en regiones intercostales de la superficie abaxial, formados por seis células subsidiarias (dos laterales a cada lado de las células oclusivas y dos terminales) y dos células oclusivas. El mayor espesor del parénquima esponjoso y el menor largo del paquete de fibras no vasculares en el parénquima en empalizada en los ejes producidos por semilla son significativamente diferentes de los ejes producidos por ramificación basal.

Tabla 2. *Astrocaryum carnosum* — Datos comparativos de 14 parámetros anatómicos de la hoja para las fases 1, 2 y 3 entre ejes producidos por semilla y ejes producidos por ramificación basal. (* p<0.05; - p>0.05).

	N	Eje producido por semilla	Eje producido por ramificación basal	p	Análisis comparativo
		Media ± DS (min-max)	Media ± DS (min-max)		
Fase 1					
Espesor lámina (μm)	5	106.7 ± 11.6 (87.8 – 134.4)	103.4 ± 9.2 (87.7 – 116.4)	—	Kruskal-Walis
Espesor epidermis adaxial (μm)	5	6.3 ± 0.6 (5.1 – 7.2)	6.4 ± 1.1 (4.9 – 8.6)	—	Kruskal-Walis
Espesor epidermis abaxial (μm)	5	7.5 ± 1.7 (5.4 – 12)	6.7 ± 1.3 (4.7 – 8.6)	—	Kruskal-Walis
Espesor hipodermis adaxial (μm)	5	11.1 ± 1.6 (9.3 – 14.3)	11.2 ± 1.6 (8.7 – 13.5)	—	ANOVA
Espesor hipodermis abaxial (μm)	5	15.1 ± 3.0 (11.1 – 20.2)	13.6 ± 3.3 (6.6 – 18.8)	—	ANOVA
Número capas parénquima en empalizada	5	1.1 ± 0.3 (1.0 – 2.0)	1.0 ± 0.0 (1.0 – 1.0)	—	Kruskal-Walis
Espesor parénquima en empalizada (μm)	5	23.3 ± 4.3 (19.0 – 35.2)	21.2 ± 3.9 (15.4 – 28.6)	—	ANOVA
Número capas parénquima esponjoso	5	3.0 ± 0.4 (2.0 – 4.0)	2.9 ± 0.3 (2.0 – 3.0)	—	Kruskal-Walis
Espesor parénquima esponjoso (μm)	5	44.9 ± 8.1 (33.4 – 65.8)	44.1 ± 7.8 (27.4 – 54.3)	—	Kruskal-Walis
Largo paquete de fibras no vasculares 1 (μm)	5	25.0 ± 4.1 (19.3 – 33.1)	25.3 ± 3.5 (21.6 – 32.8)	—	ANOVA
Ancho paquete de fibras no vasculares 1 (μm)	5	17.9 ± 1.9 (15.4 – 21.6)	19.2 ± 2.7 (15.2 – 26.7)	—	Kruskal-Walis
Largo paquete de fibras no vasculares 2 (μm)	5	24.5 ± 4.0 (19.0 – 33.7)	24.7 ± 3.1 (20.3 – 29.2)	—	ANOVA
Ancho paquete de fibras no vasculares 2 (μm)	5	18.3 ± 3.3 (12.7 – 26.4)	18.8 ± 2.9 (11.6 – 24.1)	—	ANOVA
Densidad estomática (mm²)	5	95.2 ± 14.2 (69.2 – 113.2)	113.6 ± 25.4 (62.9 – 144.7)	*	ANOVA
Fase 2					
Espesor lámina (μm)	10	129.4 ± 10.2 (108.7 – 143.6)	123.6 ± 12.0 (94.0 – 138.6)	*	ANOVA
Espesor epidermis adaxial (μm)	10	4.7 ± 0.7 (3.3 – 5.8)	5.0 ± 0.7 (3.8 – 6.4)	—	ANOVA
Espesor epidermis abaxial (μm)	10	7.2 ± 1.3 (4.9 – 10.2)	6.4 ± 1.0 (4.5 – 8.5)	*	ANOVA
Espesor hipodermis adaxial (μm)	10	12.3 ± 1.8 (8.4 – 17.0)	12.3 ± 1.7 (9.0 – 15.4)	—	ANOVA
Espesor hipodermis abaxial (μm)	10	14.6 ± 3.2 (9.6 – 21.1)	13.3 ± 3.3 (9.1 – 21.3)	—	ANOVA
Número capas parénquima en empalizada	10	1.9 ± 0.3 (1.0 – 2.0)	1.9 ± 0.3 (1.0 – 2.0)	—	Kruskal-Walis
Espesor parénquima en empalizada (μm)	10	41.7 ± 6.7 (23.9 – 53.2)	40.4 ± 7.0 (24.6 – 49.8)	—	ANOVA
Número capas parénquima esponjoso	10	3.1 ± 0.3 (3.0 – 4.0)	3.1 ± 0.3 (3.0 – 4.0)	—	Kruskal-Walis
Espesor parénquima esponjoso (μm)	10	45.9 ± 5.0 (37.0 – 55.0)	43.0 ± 6.2 (30.1 – 51.3)	*	ANOVA
Largo paquete de fibras no vasculares 1 (μm)	10	25.8 ± 4.2 (19.4 – 33.3)	27.2 ± 4.7 (17.9 – 36.4)	—	ANOVA
Ancho paquete de fibras no vasculares 1 (μm)	10	16.8 ± 2.5 (11.9 – 24.1)	17.2 ± 3.1 (11.2 – 24.8)	—	ANOVA
Largo paquete de fibras no vasculares 2 (μm)	10	29.0 ± 3.8 (22.0 – 37.6)	27.5 ± 5.1 (16.4 – 35.9)	—	ANOVA
Ancho paquete de fibras no vasculares 2 (μm)	10	19.7 ± 2.0 (15.4 – 24.9)	17.6 ± 3.0 (12.9 – 25.4)	*	ANOVA
Densidad estomática (mm²)	10	123.6 ± 12.8 (97.0 – 156.3)	110.8 ± 18.6 (81.3 – 159.7)	*	ANOVA
Fase 3					
Espesor lámina (μm)	10	142.3 ± 11.4 (118.0 – 161.4)	140.2 ± 10.1 (120.9 – 163.9)	—	ANOVA
Espesor epidermis adaxial (μm)	10	5.0 ± 0.7 (3.9 – 6.1)	5.3 ± 1.0 (3.5 – 8.4)	—	ANOVA
Espesor epidermis abaxial (μm)	10	7.4 ± 1.2 (5.4 – 10.2)	8.0 ± 1.6 (6.1 – 12.7)	—	ANOVA
Espesor hipodermis adaxial (μm)	10	13.5 ± 2.1 (10.1 – 19.9)	13.4 ± 2.6 (10.0 – 20.1)	—	ANOVA
Espesor hipodermis abaxial (μm)	10	13.5 ± 2.9 (8.1 – 20.1)	14.1 ± 2.9 (8.5 – 20.2)	—	ANOVA
Número capas parénquima en empalizada	10	1.97 ± 0.2 (1.0 – 2.0)	2.0 ± 0.0 (2.0 – 2.0)	—	Kruskal-Walis
Espesor parénquima en empalizada (μm)	10	49.5 ± 5.9 (33.0 – 61.0)	50.3 ± 5.6 (36.3 – 62.5)	—	ANOVA
Número capas parénquima esponjoso	10	3.5 ± 0.6 (2.0 – 4.0)	3.3 ± 0.4 (3.0 – 4.0)	—	Kruskal-Walis
Espesor parénquima esponjoso (μm)	10	50.6 ± 7.1 (39.4 – 66.4)	46.9 ± 6.0 (37.6 – 61.7)	*	ANOVA
Largo paquete de fibras no vasculares 1 (μm)	10	26.8 ± 5.4 (16.4 – 38.0)	29.0 ± 4.9 (16.4 – 39.4)	—	ANOVA
Ancho paquete de fibras no vasculares 1 (μm)	10	16.7 ± 2.6 (12.4 – 22.4)	17.5 ± 2.9 (11.3 – 24.9)	—	ANOVA
Largo paquete de fibras no vasculares 2 (μm)	10	26.6 ± 3.5 (18.5 – 33.0)	29.0 ± 4.0 (20.0 – 35.9)	*	ANOVA
Ancho paquete de fibras no vasculares 2 (μm)	10	17.8 ± 2.7 (12.4 – 24.6)	18.5 ± 2.7 (13.0 – 25.0)	—	ANOVA
Densidad estomática (mm²)	10	110.9 ± 16.9 (78.2 – 154.6)	116.5 ± 17.2 (82.0 – 157.3)	—	ANOVA

1 y 2: paquetes de fibras no vasculares adyacente a la hipodermis adaxial y ubicados en el parénquima en empalizada, respectivamente.

Discusión

El menor número de hojas en las tres fases de desarrollo de los ejes producidos por ramificación basal puede resultar de la menor necesidad de material fotosintético, ya sea por la existencia de conexiones entre los ejes o por la competencia por el espacio con otros ejes del individuo cespitoso. Por un lado, la existencia de conexiones entre los ejes permite el transporte de agua y nutrimentos para el desarrollo de los nuevos ejes (Alpert & Mooney 1986), lo cual ha sido estudiado en otras palmeras como *Astrocaryum mexicanum* (Mendoza et al. 1987), *Chamaedorea tepejilote* (Oyama & Mendoza 1990), *Geonoma congesta* (Chadzon 1992) y *Reinhardtia gracilis* (Mendoza & Franco 1992). Por otro lado, la competencia por el espacio con los otros ejes es debido a que la translocación de recursos que se da en un ambiente inevitablemente heterogéneo, ya que cada eje compete con los otros por la luz y nutrientes dentro de cierta zona, donde la intensidad de competencia varía en función de la densidad local (Herben 2004). En el caso de los individuos producidos por semilla, el mayor número de hojas respondería a una mayor necesidad de recursos para realizar la fotosíntesis, debido a que no cuenta con el beneficio de la translocación de recursos.

Con respecto al tamaño del pecíolo, su mayor largo en los ejes producidos por ramificación basal podría interpretarse como una estrategia para alcanzar la luz, considerando que tiene que competir con los otros ejes para acceder a este recurso (Herben 2004). Este comportamiento en el incremento de la longitud del pecíolo ha sido observado en los ejes de *Trifolium repens* (Fabaceae) como una respuesta morfológica a la competencia por la luz, y fue considerado un rasgo principal del crecimiento vertical (Bittebiere et al. 2012). Según Chadzon (1992) este crecimiento vertical en la palmera *Geonoma congesta* es realizada por la elongación del tallo de los ejes más jóvenes producidos por ramificación basal. El menor ancho de las pinnas basal y media en los ejes producidos por ramificación basal, en la fase 3, podría indicar un mayor desarrollo de estos, debido que el desarrollo foliar de las palmeras implica una segmentación gradual de la lámina, la cual llega a ser uniforme en la fase adulta (Tomlinson 1990), lo que implica una reducción gradual del ancho de las pinnas, por pasar de tener varias nervaduras principales por pinna a una sola nervadura principal por pinna. Así mismo, la escasa presencia de los rametos producidos por ramificación basal en la fase 1 respecto a la abundancia de rametos producidos por semilla, observados en campo, indica que esta fase es muy breve en los ejes producidos por ramificación basal, lo cual podría indicar también una mayor tasa de crecimiento. Este rápido crecimiento de los brotes producidos por ramificación basal fue también reportado en la palmera *Geonoma congesta* (Chadzon 1992).

Un mayor espesor del parénquima esponjoso en los ejes producidos por semilla de la fase 2 y 3 podría estar respondiendo a una mayor capacidad fotosintética (Evert 2008), ya que estos no son subsidiados por un tipo de integración fisiológica como en el caso de los ejes producidos por ramificación basal (Fischer & Kleunen 2002), los cuales incrementarían su supervivencia mientras su producción (capacidad fotosintética) sería solo un aspecto secundario, esto concuerda con el modelo propuesto por Maygar et al. (2004) para desarrollo de poblaciones con crecimiento clonal.

La densidad estomática puede afectar la asimilación de CO₂ interviniendo en la tasa de crecimiento relativa (Lambers et al. 1998). Por tanto, una mayor densidad estomática afecta positivamente la tasa de crecimiento, en los ejes producidos por semilla en la fase 2, y en los ejes producidos por ramificación basal en la fase 1.

El tamaño del paquete de fibras no vasculares ubicados en el parénquima en empalizada es significativamente diferente entre los ejes juveniles producidos por semilla y los ejes producidos por ramificación basal. Sin embargo, se expresa como un carácter variable ya que es mayor en la fase 2 y menor en la fase 3 de ejes producidos por semillas respecto a los ejes producidos por ramificación basal. Estas fibras no vasculares contribuyen como suplemento para el esqueleto vascular (Tomlinson 1990). Sin embargo una fracción reducida de fibras dentro de la lámina tiene el beneficio adicional de incrementar la fracción de masa relativa de tejido clorenquimático (Garnier et al. 1999, Niinemets et al. 2007).

Los resultados muestran que el tipo de crecimiento, a partir de semilla o ramificación basal, no influye en la expresión de caracteres cualitativos morfológicos y anatómicos, sin embargo si influye en la expresión de algunos caracteres cuantitativos morfológicos y anatómicos que los diferencian significativamente, caracteres que pueden estar relacionados con su adaptación y desarrollo de acuerdo a su tipo de crecimiento.

Agradecimientos

Agradecemos a Miguel Machahua por su apoyo en el trabajo de campo y a Manuel Marín por sus recomendaciones en el trabajo de laboratorio.

Literatura citada

- Alpert P. & H.A. Mooney 1986. Resource sharing among ramets in the clonal herb, *Fragaria chiloensis*. *Oecologia* 70: 227–233.
- Balslev H., F. Kahn, B. Millán, J.-C. Svenning, T. Kristiansen, F. Borchsenius, D. Pedersen & W. Eiserhardt. 2011. Species Diversity and Growth in Tropical American Palm Communities. *The Botanical Review* 77 : 381–425. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12229-011-9084-x>
- Bittebiere A.-K, N. Renaud, B. Clément & C. Mony. 2012. Morphological response to competition for light in the clonal *Trifolium repens* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 99(4): 646–654. DOI: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1100487>
- Bond W.J. & J.J. Midgley. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in Ecology & Evolution* 16(1): 45–51. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0169-5347\(00\)02033-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-5347(00)02033-4)
- Caballé G. 1994. Ramet proliferation by longitudinal splitting in the Gabonese rainforest liana *Dalhosia africana* S.Moore (Papilionaceae). *Biotropica* 26: 266–275.
- Chadzon R.L. 1992. Effects of leaf and ramet removal on growth and reproduction of *Geonoma congesta*, a clonal understory palm. *Journal of Ecology* 79: 1137–1146. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2261104>
- Corner E.J.H. 1996. *The Natural History of Palms*. London: Weidenfeld and Nicholson.
- D'Ambrogio A. 1986. *Manual de técnicas en histología vegetal*, 1ra ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur S.A. 81 pp.
- Evert, R. 2008. *Esau Anatomía vegetal: Meristemas, células y tejidos de las plantas—su estructura, función y desarrollo*. 3era ed. Barcelona: Omega, S.A. 614 p.
- Fischer M. & M.V. Kleunen. 2002. On the evolution of clonal plant life histories. *Evolutionary Ecology* 15: 565–582. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016013721469>
- Font Quer P. 1982. *Diccionario de Botánica*. 8va edn. Barcelona: Labor.

- Garnier E., J.-L. Salager, G. Laurent & L. Sonié. 1999. Relationships between photosynthesis, nitrogen and leaf structure in 14 grass species and their dependence on the basis of expression. *New Phytologist* 143: 119–129. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00426.x>
- GTZ, PROTADU & MPT. 2008. Tocache hacia el desarrollo sostenible, Plan de Ordenamiento Territorial. 177 pp.
- Hallé F.R., A. Oldeman & P.B. Tomlinson. 1987. Tropical trees and forest. Springer Verlag, Berlin. 442 pp.
- Herben T. 2004. Physiological integration affects growth form and competitive ability in clonal plants. *Evolutionary Ecology* 18: 493–520. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10682-004-5141-9>
- Holtum R.E. 1995. Growth-habits in Monocotyledons. Variations on a theme. *Phytomorphology* 5: 399–413.
- Johansen D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company. New York and London. 523 p.
- Kahn F. 2008. El género *Astrocaryum* (Arecaceae). *Revista peruana de biología* 15 (1): 31–48. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v15i3.2851>
- Kahn F. & J.-J. de Granville 1992. Palms in forest ecosystems of Amazonia. Springer Verlag, Berlin, 226 pp.
- Kahn F. & B. Millán. 2013. Las Palmeras Huicungo— The Huicungo palms. UNMSM-IRD, Lima, 173 pp.
- Kahn F. & F. Moussa. 1994. Las palmeras del Perú. 1era edn. Lima. IFEA.
- Lambers H., F.S. Chapin & T.L. Pons 1998. Plant physiological ecology. New York: Springer-Verlag. 540 p.
- Leica Microsystems. 2013. Leica LAS EZ Release Notes V3.0.0.
- Machahua, M., Kahn F. & B. Millán. 2015. Crecimiento por ramificación basal en dos especies de palmeras huicungo, *Astrocaryum carnosum* y *A. huicungo*. *Revista peruana de biología* 22 (1): DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i1.11123>
- Magyar M., M. Kersteszt & B. Oborny. 2004. Resource transport between ramets alters soil resource pattern: a simulation study on clonal growth. *Evolutionary Ecology* 18: 469–492. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10682-004-5140-x>
- Mendoza A. & M. Franco. 1992. Integración clonal en una palma neotropical. *Bull. Inst. fr. études andines*. 21 (2): 623–635. <http://dx.doi.org/10.2307/2260433>
- Mendoza A., D. Pinero, & J. Sarukhán. 1987. Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology* 75: 545–554.
- Millán B. 2006. Arecaceae endémicas del Perú. *Revista peruana de biología* 13 (2): 706–707. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v13i2.1940>
- Niinemets Ü., A. Portsmouth, D. Tena, M. Tobias, S. Matesanz & F. Valladares. 2007. Do we underestimate the importance of leaf size in plant economics? Disproportional scaling of support costs within the spectrum of leaf physiognomy. *Annals of Botany* 100: 283–303. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcm107>
- Oyama K. & A. Mendoza. 1990. Effects of defoliation on growth, reproduction, and survival of a neotropical dioecious palm, *Chamaedorea tepejilote*. *Biotropica* 22: 119–123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1307/2388403>
- Salm R., N.V. De Salles, W.J. Alonso & C. Schuck-Paim. 2007. Cross-scale determinants of palm species distribution. *Acta amazónica* 37:17–25. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000100002>
- Svenning J.-C. 2000. Growth Strategies of clonal palms (Arecaceae) in a neotropical rainforest, Yasuní, Ecuador. *Journal of Ecology* 87:55–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/BT98048>
- Tomlinson P.B. 1990. The structural biology of palms. 1ra ed. New York, Oxford University Press, Oxford. 465 p.
- Tosi J.A. 1960. Zonas de Vida Natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Zona Andina. Proyecto 29. Programa de Cooperación Técnica. Boletín Técnico N° 5.

TRABAJOS ORIGINALES

Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú

New lichen biota records from Santuario Histórico de Machu Picchu, Peru

Jano Nuñez-Zapata^{1*}, Pradeep K. Divakar¹, Gladys Huallparimachi², María E. Holgado³, Zoila Vela Clavo⁴,
Magdalena Pavlich⁴ y Ana Crespo¹

* Autor para correspondencia. Dirección actual: Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-399, México D. F. (04510), México.

1 Departamento de Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. 28040. Madrid, España.

2 Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco - PAN Machu Picchu, Ministerio de Cultura, Cusco, Perú.

3 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.

4 Facultad de Ciencias, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

E-mail Jano Nuñez-Zapata: janoalexnz@gmail.com

E-mail Pradeep K. Divakar: pdivakar@ucm.es

E-mail Gladys Huallparimachi: celesteghq@gmail.com

E-mail María E. Holgado: mariholgado@yahoo.es

E-mail Zoila Vela Clavo: zoilamvc@gmail.com

E-mail Magdalena Pavlich: Magdalena.pavlich@upch.pe

E-mail Ana Crespo: acrespo@ucm.es

Resumen

Los líquenes (hongos liquenizados) son organismos que presentan una alta diversidad, especialmente en las regiones tropicales; sin embargo, en Perú su conocimiento aún es escaso. Utilizando una metodología convencional, así como literatura actualizada sobre la descripción de géneros y especies, se presenta una lista de los macro-líquenes presentes en el Santuario Histórico de Machu Picchu (Cusco, Perú). Se reportan 67 especies de macro-líquenes, 9 de los cuales son nuevos registros para el Perú. Las familias Parmeliaceae, Physciaceae y Lobariaceae son las que presentan mayor riqueza de especies en el área de estudio.

Palabras clave: líquenes; biodiversidad; neotrópico; Andes peruanos.

Abstract

While high species diversity of lichen - lichenized fungi - is reported especially in the tropics, the studies on these organisms are still scarce in Peru. Using conventional methodology and current literature on the description of genera and species, we reported macro-lichens collected from Historic Sanctuary of Machu Picchu (Cusco, Peru). Sixty seven species of macro-lichens are reported to SHMP, nine new records to Peru are documented. Parmeliaceae, Physciaceae and Lobariaceae are the families with major number of species.

Keywords: Lichens; biodiversity; neotropic; Peruvian Andes.

Citación:

Nuñez-Zapata J., P.K. Divakar, G Huallparimachi, M.E. Holgado, Z. Vela Clavo, M Pavlich, A. Crespo. 2015. Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú. *Revista peruana de biología* 22(3): 000 - 000 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11438>

Fuentes de financiamiento:

Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL 2010-21646/BOS) de España.

Presentado: 06/08/2015

Aceptado: 10/11/2015

Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

JN-Z, GH, MEH, ZV y MP participaron en las salidas de campo y recolección de material de estudio. JN-Z, PKD, ZV y AC trabajaron en la identificación del material recolectado. JN-Z, PKD redactaron y editaron el manuscrito final.

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Permisos de colecta:

Resolución Directoral N° 009-2012-AG-DGFFS-DGEFFS del Ministerio de Agricultura.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Los hongos liquenizados, conocidos comúnmente como líquenes, constituyen un grupo taxonómico diverso cuyos primeros registros en el Perú datan del siglo XIX (Nylander 1855). En años recientes, los estudios sobre su diversidad han ido en aumento (Ramírez & Cano 2005, Randlane & Saag 2008, Timdal 2008a, b, Cáceres et al. 2012, Moberg 2011, Truong & Clerc 2012, Ramos et al. 2013, Rivas-Plata & Lücking 2013), proporcionando nuevos registros y taxones a la ciencia (e.g. *Herpothallon rubroechinatum*, Frisch et al. 2010; *Racoleus trichophorus*, Hawksworth et al. 2011; *Everniastrum constictovexans*, Lumbsch et al. 2011; *Dictyonema hapteriferum*, Lücking et al. 2013). Uno de los lugares más explorados es la región de Cusco (Ramos 2014), en la cual se encuentran diversos ecosistemas como los humedales altoandinos, bosques de queñuales (*Polylepis* spp.), pastizales y bosques nublados; los cuales constituyen hábitats idóneos para el crecimiento de distintas especies de líquenes.

En esta región se encuentra también uno de los lugares arqueológicos más importantes del mundo: el Santuario Histórico de Machu Picchu (SHMP). Esta área natural protegida se encuentra ubicada en la vertiente oriental de los andes (PERÚ: Cusco, provincia Urubamba, distrito Machu Picchu), al sur de Perú. Dentro de esta zona protegida se encuentra el sitio arqueológico de Machu Picchu, ciudadela incaica ubicada sobre una montaña en los márgenes del río Urubamba. La zona presenta un bosque nublado, con un clima húmedo y subtropical. La media total anual de precipitación es de 1950 mm y la temperatura media anual oscila entre 12 °C y 15 °C (Wright et al. 1997).

No existe documentación de las primeras colectas de líquenes realizadas en el área de estudio; sin embargo, por su aspecto turístico, el santuario ha sido objeto de visita de distintos naturalistas y botánicos quienes han descrito y/o reportado diferentes taxones (Hale 1965, Culberson & Culberson 1981, Nash et al. 1995, Sipman et al. 2009, Moberg 2011, Truong et al. 2013). Basados en recolecciones recientes, así como datos bibliográficos, presentamos el siguiente estudio que muestra parte de la diversidad de macro-líquenes presentes en los bosques subtropicales de Perú, especialmente en el área circundante a la ciudadela de Machu Picchu, con el fin de contribuir al conocimiento de la biodiversidad de este grupo de organismos presentes en Perú.

Material y métodos

Se realizaron recolecciones en los alrededores y dentro de las ruinas de Machu Picchu en enero de 2008 y diciembre de 2012. Cuatro puntos de muestreo fueron seleccionados como referencias: 1) sitio ceremonial (13.17°S – 72.54°W), 2) subida a la montaña Machu Picchu (13.17°S – 72.54° W), 3) el camino al puente inca (13.17°S – 72.54° W), y 4) instalaciones del Inka Terra Hotel (13.12°S – 72.53°W).

La descripción de los macro y micro caracteres morfológicos se efectuó utilizando un estéreo microscopio (Carl Zeiss Stemi DV4) y un microscopio (Leica Wild M 8); así mismo se realizaron pruebas químicas puntuales (solución alcohólica de para-fenilendiamida, hipoclorito de sodio, e hidróxido de potasio al 10%) en la corteza y médula de los ejemplares recolectados. Para algunos taxones se determinaron sus metabolitos secundarios por medio de la cromatografía de capa fina (TLC) con el sistema de solvente C (Orange et al. 2001).

Los especímenes fueron identificados utilizando literatura relevante para cada género (Hale 1965, 1971, 1975, 1990, Nash et al. 1995, Woseley & Aguirre 1995, Jørgensen 1997, 2006, Yoshimura 1998, Brodo et al. 2001, Divakar & Upreti 2005, Sipman & Aguirre 1982, Sipman 2005a, 2005b, Moncada & Forero 2006, Moncada et al. 2013a, 2013b, 2013c, Awasthi 2007, Sipman et al. 2009, Spielmann 2009, Elix 2011, Moberg 2011, Truong et al. 2011, 2013, Rodríguez et al. 2012, Ahti 2000).

Los pliegos fueron depositados en el herbario UPOCH de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y en el herbario MAF de la Universidad Complutense de Madrid; copias de los ejemplares MAF fueron enviadas al herbario Vargas (CUZ) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. La información se complementó con bibliografía de estudios hechos en la zona de estudio.

Resultados y discusión

Se reportan un total de 67 especies de macro-líquenes, 40 de los cuales (60%) fueron colectados por nuestro equipo, mientras el resto se complementó con revisiones bibliográficas (Tabla 1). Nueve de las especies recolectadas constituyen nuevos registros para el Perú. En su conjunto, el total de especies registradas pertenecen a 11 familias, la mayoría de ellas (10) están conformadas por hongos de la División Ascomycota, mientras solo una familia (Hygrophoraceae) incluye hongos de la División Basidiomycota. Los nombres taxonómicos se asignaron y actualizaron de acuerdo a la base de datos del *Index Fungorum* (2015), a excepción del género *Parmelinopsis* el cual ha sido incluido dentro del género *Hypotrachyna* basados en la publicación de Divakar et al. (2013). Las familias Parmeliaceae, Physciaceae y Lobariaceae son las de mayor diversidad de especies (33, 9 y 8, respectivamente) en el área de estudio. Nuestro listado no incluye especies de micro-líquenes (líquenes principalmente crustosos), los cuales posiblemente superen ampliamente el número de especies de macro-líquenes.

Basados en la actualización de Ramos (2014), quien hace una revisión bibliográfica de los líquenes y hongos liquenícolas descritos para Perú, hacemos una breve descripción de los nuevos registros (9) para el Perú, los cuales se detallan a continuación:

1. *Hypotrachyna minarum* (Vain.) Krog & Swinscow

Esta especie, conocida anteriormente como *Parmelinopsis minarum*, es de distribución pantropical, y en Sudamérica ha sido citada para Ecuador, Brasil, Bolivia y Chile. Se caracteriza por presentar los ápices de los lóbulos subrotundos (no completamente redondeados), además de abundantes isidios, y una cara inferior negra con rizinas simples; presenta atranorina y ácido girofórico (Divakar & Upreti 2005). El espécimen examinado (MAFLich 19245; Fig. 1A) fue recolectado (16/12/2011) en el camino al puente inca, creciendo sobre una roca. Colectores: JNZ-GH.

2. *Lobariella peltata* B. Moncada & Lücking

Esta especie ha sido descrita recientemente por Moncada et al. (2013a) y solo ha sido reportada en Colombia. Anteriormente considerada como *L. subexornata*, se diferencia de ella por presentar una cara inferior marrón oscura (*L. subexornata* presenta

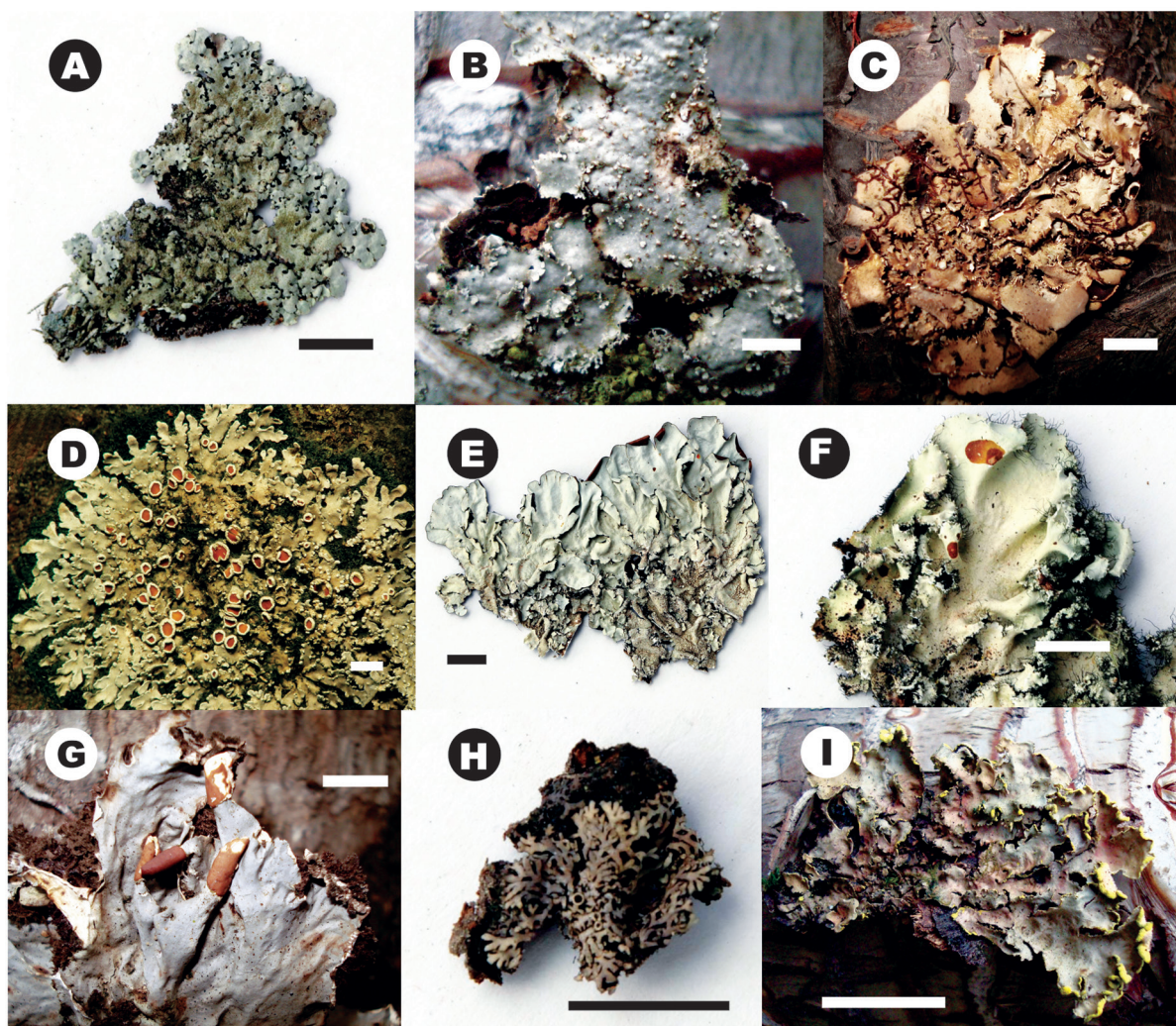


Figura 1. Macro-líquenes del Santuario Histórico de Machu Picchu que representan nuevos registros para el Perú. A) *Hypotrachyna minarum*, B) *Lobariella peltata*, C) *Nephroma helveticum*, D) *Pannaria andina*, E) *Parmotrema eborinum*, F) *Parmotrema mellissii*, G) *Peltigera austroamericana*, H) *Physcia endochrysea*, I) *Pseudocyphellaria clathrata* (scale = 10 mm).

una cara inferior marrón pálido), así como filidios peltados. El espécimen estudiado (HUPCH-LIQ- 1089; Fig. 1D) fue recolectado (ene/2008) en las instalaciones del hotel Inkaterre, creciendo sobre un tronco. Dada la reciente descripción de la especie, nuestro registro ampliaría la distribución sur de la especie, aunque datos adicionales serían necesarios para ratificar que se trata de la misma especie. Colector: ZVL.

3. *Nephroma helveticum* Ach.

Esta especie es considerada de amplia distribución mundial, aunque en Sudamérica solo ha sido reportada para Bolivia (Kukwa et al. 2014). Se caracteriza por presentar un talo de color marrón, así como apotecios marginales en la superficie inferior, pero que se muestran hacia arriba por la doblez de los márgenes de la cara inferior hacia arriba, así mismo también presentan isidios globosos en el margen del talo. El espécimen examinado (HUPCH-LIQ-1097; Fig. 1E) fue recolectado en las instalaciones del hotel Inkaterre (ene/2008) creciendo sobre un tronco y musgos, y confirma la distribución de la especie en Sudamérica y en Perú. Colector: ZVL.

4. *Pannaria andina* P.M. Jørg. & Sipm.

Esta especie propia de los bosques nublados y bosques alto-andinos ha sido descrita para Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela y Costa Rica (Jørgensen & Sipmann 2004, Kukwa et al. 2014) por lo que es considerada una especie propiamente andina. Se caracteriza por presentar un tomento negro azulado que se expande más allá de los lóbulos, además de presentar apotecios de color anaranjado y esporas elipsoides. El espécimen examinado (HUPCH-LIQ-1091; Fig. 1F) fue recolectado en las instalaciones del hotel Inkaterre (ene/2008) creciendo sobre un tronco. Colector: ZVL.

5. *Parmotrema eborinum* (Hale) Hale

Esta especie, considerada endémica del Neotrópico, se caracteriza por la ausencia de cilios y estructuras de reproducción asexual, y la presencia de ácido protocetrárico. Reportado previamente solo en Colombia, Brasil y Venezuela (Hale 1965). Los ejemplares estudiados carecían de cuerpos fructíferos (MAF-Lich 19248, 19249, 19251; Fig. 1G), y fueron recolectados

Tabla 1. Especies de macro-líquenes presentes en el Santuario Histórico de Machu Picchu. Se indica los códigos de herbario o cita bibliográfica respectiva, así como el lugar de colecta (L): sitio ceremonial (S), subida a la montaña Machu Picchu (M), camino al puente inca (P), e instalaciones del Inka Terra Hotel (I).

Familia/Especie	Fuente	L	Familia/Especie	Fuente	L
CLADONIAACEAE					
1 <i>Cladonia confusa</i>	HUPCH-LIQ-1160	I	32 <i>H. rockii</i>	MAF-Lich 19237	P
2 <i>C. furcata</i>	HUPCH-LIQ-1159	I	33 <i>H. stictifera</i>	Sipman et al (2009)	
3 <i>C. subsquamosa</i>	HUPCH-LIQ-1161	I	34 <i>Parmotrema cetratum</i>	MAF-Lich 19246, 19247	P
4 <i>Stereocaulon myriocarpum</i>	Soukup (1965)		35 <i>P. eborinum</i>	MAF-Lich 19248, 19249, 19251	S,P
5 <i>S. ramulosum</i>	HUPCH-LIQ-1158	I	36 <i>P. latissimum</i>	Soukup (1965)	
COCCOCARPACEAE			37 <i>P. machupicchuense</i>	Kurokawa & Moon (1998)	
6 <i>Coccocarpia erythroxyli</i>	HUPCH-LIQ-1145	I	38 <i>P. mellissii</i>	MAF-Lich 19250	P
COLLEMATACEAE			39 <i>P. tinctorum</i>	Soukup (1965)	
7 <i>Leptogium phyllocarpum</i>	HUPCH-LIQ-1110, 1111	I	40 <i>P. zollingeri</i>	Hale (1965)	
8 <i>L. reticulatum</i>	HUPCH-LIQ-1112	I	41 <i>Remototrachyn aguirrei</i>	Sipman et al (2009)	
9 <i>L. vesiculosum</i>	HUPCH-LIQ-1114, 1115	I	42 <i>R. costaricensis</i>	MAF-Lich 19259-19261	S,P
HYGROPHORACEAE			43 <i>R. rhabdiformis</i>	Sipman et al (2009)	
10 <i>Dictyonema glabratum</i>	HUPCH-LIQ-1069, 1071; MAF-Lich 19229	I,P	44 <i>Usnea angulata</i>	Trüong et al. (2013)	
11 <i>D. sericeum</i>	HUPCH-LIQ-1072	I	45 <i>U. ceratina</i>	Trüong&Clerc (2012)	
LOBARIAACEAE			46 <i>U. cristatula</i>	Trüong&Clerc (2012)	
12 <i>Lobariella crenulata</i>	MAF-Lich 19243, 19244	S,P	47 <i>U. deformis</i>	Trüong et al. (2013)	
13 <i>L. pallida</i>	HUPCH-LIQ- 1087, 1088	I	48 <i>U. dimorfa</i>	Trüong et al. (2013)	
14 <i>L. peltata</i>	HUPCH-LIQ- 1089	I	49 <i>U. entoviolata</i>	Trüong&Clerc (2012)	
15 <i>Pseudocyphellaria aurata</i>	HUPCH-LIQ- 1139	I	50 <i>U. flavorubescens</i>	Trüong&Clerc (2012)	
16 <i>P. clathrata</i>	HUPCH-LIQ-1140	I	51 <i>U. malmi</i>	Trüong et al. (2013)	
17 <i>Sticta humboldtii</i>	HUPCH-LIQ-1119	I	52 <i>U. michauxii</i>	MAF-Lich 19262	M
18 <i>S. laciniata</i>	HUPCH-LIQ-1121	I	53 <i>U. subgracilis</i>	Trüong et al. (2013)	
19 <i>S. tomentosa</i>	HUPCH-LIQ-1120, 1122, MAF-Lich 19264, 19267	I,P	54 <i>Xanthoparmelia microspora</i>	MAF-Lich 19263	P
NEPHROMATACEAE			PELTIGERACEAE		
20 <i>Nephroma helveticum</i>	HUPCH-LIQ-1097	I	55 <i>Peltigera austroamericana</i>	HUPCH-LIQ-1102, 1103	I
PANNARIAACEAE			56 <i>P. laciniata</i>	HUPCH-LIQ-1104, 1105	I
21 <i>Pannaria andina</i>	HUPCH-LIQ-1091	I	57 <i>P. rufescens</i>	Soukup (1965)	
PARMELIACEAE			PHYSICIACEAE		
22 <i>Hypotrachyna caraccensis</i>	Sipman et al (2009)		58 <i>Heterodermia fertilis</i>	Moberg (2011)	
23 <i>H. chicitae</i>	MAF-Lich 19231	P	59 <i>H. isidiophora</i>	MAF-Lich 19233	M
24 <i>H. chlorina</i>	Sipman et al (2009)		60 <i>H. leucomelos</i>	MAF-Lich 19238	M
25 <i>H. cirrhata</i>	Culberson & Culberson (1981)		61 <i>H. speciosa</i>	MAF-Lich 19240	P
26 <i>H. enderythraea</i>	Sipman et al (2009)		62 <i>H. trichophora</i>	Moberg (2011)	
27 <i>H. imbricatula</i>	MAF-Lich 19232	P	63 <i>H. vulgaris</i>	HUPCH-LIQ-1074	I
28 <i>H. lipidifera</i>	MAF-Lich 19230	P	64 <i>Phaeophyscia hispidula</i>	MAF-Lich 19253	P
29 <i>H. minarum</i>	MAF-Lich 19245	P	65 <i>Physcia clementei</i>	Soukup (1965)	
30 <i>H. neotropica</i>	ver Divakar et al. (2013)		66 <i>P. endochrysea</i>	MAF-Lich 19254	M
31 <i>H. physcioides</i>	Sipman et al (2009)		TELOSCHISTALES		
			67 <i>Teloschistes flavicans</i>	HUPCH-LIQ-1093	I

(16/12/2011) en el sitio ceremonial y en el camino al puente inca, creciendo sobre rocas. Colectores: JNZ-GH.

6. *Parmotrema mellissii* (C.W. Dodge) Hale

Esta especie de distribución pantropical, se caracteriza por presentar cilios largos (1-3 mm), isidios coraloides marginales, una médula blanca y la presencia de ácidos alectorónico y alfa-collatolico; está presente en algunos otros países sudamericanos como Ecuador, Chile, Bolivia, Brasil, Uruguay, Venezuela y

Guyana (Hale 1965, Ceballos 2012, Kukwa et al. 2012). El espécimen estudiado (MAF-Lich 19250; Fig. 1H). posee cilios más largos que los reportados (>4 mm) y algunas máculas blancas en la superficie anterior; fue recolectado (16/12/2011) en el camino al puente inca creciendo sobre una roca. Colectores: JNZ-GH.

7. *Peltigera austroamericana* Zahlbr.

Esta especie descrita principalmente para Norte y Centro América, ha sido también reportada en Bolivia (Feurer et al.

1998, Kukwa et al. 2014). Se caracteriza por presentar un talo gris azulado, y apotecios marginales cuyos discos son convexos, carece de isidios y soredios, y la cara inferior es blanca con largas ricinas ramificadas. Los especímenes estudiados (HUPCH-LIQ-1102, 1103; Fig. 1I) fueron recolectados en las instalaciones del hotel Inkaterre (ene/2008), creciendo sobre un tronco. Colector: ZVL.

8. *Physcia endochrysea* (Nyl.) Hampe

Esta especie ha sido reportada solamente para Argentina (Estrabou et al. 2006) y aparentemente es endémica del Neotrópico. Se caracteriza por carecer de soredios e isidios, así como por presentar una médula de color rojizo. El espécimen estudiado (MAF-Lich 19254; Fig. 1J) fue recolectado (16/12/2011) en la subida a la montaña Machu Picchu, creciendo sobre una roca. Para este ejemplar también sería necesario incluir datos adicionales que ratifique que se trata de la misma especie. Colectores: JNZ-GH.

9. *Pseudocyphellaria clathrata* (De Not.) Malme

Esta especie de distribución Pantrópica, ha sido reportada de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina (Galloway & Adirsson 1990, Moncada & Forero 2006, Flakus et al. 2012). Se caracteriza por presentar lóbulos de borde crenado, médula amarilla, y carecer de estructuras de reproducción asexual. El espécimen estudiado fue recolectado en las instalaciones del hotel Inkaterre (HUPCH-LIQ-1140; Fig. 1K; ene/2008) creciendo sobre troncos. Pese a no ser un nuevo registro para el país (Galloway & Adirsson 1990), se incluye en esta sección por no estar incluida en la lista de Ramos (2014). Colector: ZVL.

Comentarios finales

La descripción e identificación de taxones basados en caracteres morfológicos y químicos resulta conveniente en países poco explorados como Perú, siempre y cuando existan registros previos en Sudamérica (e.g., *Hypotrachyna minarum*, *Parmotrema mellissii*). Sin embargo, se hace necesario el aporte de información adicional en aquellas especies consideradas de distribución geográfica restringida (e.g., *Lobariella peltata*, *Physcia endochrysea*). El uso de herramientas moleculares se presenta como una alternativa para la identificación de taxones; actualmente su uso se ha extendido y está influenciando enormemente la descripción de nuevos géneros y especies a nivel mundial (Feuerer & Hawksworth 2007). Sin embargo, presentan la desventaja de que es necesario disponer de muestras "frescas" (recolecciones no mayores de 5-8 años) para poder obtener secuencias útiles de ADN. Esta herramienta ayudaría también a identificar especies crípticas (Crespo & Pérez-Ortega 2009), cuya identificación se hace difícil o imposible si se utilizan solo caracteres morfológicos o químicos. El presente estudio contribuye a los estudios florísticos de líquenes realizados en SHMP, y en general a las zonas andinas del Perú. Sin embargo, Perú sigue siendo un área poco explorada en lo que se refiere a líquenes; en tal sentido, se exhorta la necesidad de realizar más colectas en distintas regiones del país para profundizar los conocimientos sobre la diversidad de estos organismos en Perú, y de esta forma potenciar su uso en la industria o como bioindicadores.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Asociación Inkaterre y al Ministerio de Cultura - Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco - PAN Machu Picchu por las facilidades otorgadas durante la fase de campo. Así mismo, al laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y al grupo Systemol de la Universidad Complutense de Madrid por el uso de sus instalaciones; también un agradecimiento especial a cada uno de los investigadores que nos ayudaron con la identificación del material recolectado: Dr. Robert Lücking del Field Museum of Chicago, Dr. Orvo Vitikainen y Dr. Teuvo Ahti del Botanical Museum of University of Helsinki, Dr. Harry Sipman del Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, y al Dr. Per Magnus Jørgensen de Bergen University.

Literatura citada

- Ahti, T. 2000. Cladoniaceae. Flora Neotropica Monogr. 78: 1-362.
- Awasthi D. D. 2007. A compendium of the macrolichens from India, Nepal and Sri Lanka. Dehradun: Bishan Singh Mahendra Pal Singh. Pp 580
- Brodo I., S. Duran & S. Sharnoff. 2001. Lichens of North America. Yale University Press/New Haven and London. Pp 795
- Cáceres M.E.S., E. Rivas Plata & R. Lücking. 2012. Malmographina, a new genus for Graphinamalmi (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae). Lichenologist 44 (1): 115-120. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282911000697>
- Ceballos G. 2012. Checklist de líquenes y hongos liquenícolas de Ecuador continental. Trabajo de Fin de Master. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid. Pp 37
- Crespo A. & S. Pérez-Ortega. 2009. Cryptic species and species pairs in lichens: A discussion on the relationship between molecular phylogenies and morphological characters. Anales del Jardín Botánico de Madrid 66 (S1): 71-81. <http://dx.doi.org/10.3989/ajbm.2225>
- Culberson W.L. & C.F. Culberson. 1981. The Genera Cetrariastrum and Concamerella (Parmeliaceae): A Chemosystematic Synopsis. Bryologist 84: 273-314.
- Divakar P.K. & D.K. Upreti. 2005. Parmelioid lichens in India (A Revisionary Study). Dehra Dun: Bishan Singh and Mahendra Pal Singh. Pp 488
- Divakar P.K., A. Crespo, J. Núñez-Zapata, A. Flakus, H.J.M. Sipman, J.A. Elix & H.T. Lumbsch. 2013. A molecular perspective on generic concepts in the Hypotrachyna clade (Parmeliaceae, Ascomycota). Phytotaxa 132 (1): 21-38. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.132.1.2>
- Elix J.A. 2011. Australian Physciaceae (Lichenised Ascomycota). Australian Biological Resources Study, Canberra. Disponible en www.anbg.gov.au. Acceso: 14/III/2015.
- Estrabou C., J.M. Rodríguez, B. Prieri & R. Lijteroff. 2006. Contribución al conocimiento de los macrolíquenes del extremo Sur del Gran Chaco (Argentina). Kurtziana 32 (1-2): 25-43.
- Feuerer T. & D.L. Hawksworth. 2007. Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions. Biodiversity and Conservation 16: 85-98. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-006-9142-6>
- Feuerer T., T. Ahti & O. Vitikainen. 1998. Lichenological investigations in Bolivia. - In: Marcelli M.P. & M.R.D. Seaward (eds). Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications. São Paulo, CETESB. Pp 71-86.
- Flakus A., J. Etayo, U. Schiefelbein, T. Ahti, A. Jabłońska, M. Oset, K. Bach, P. Rodríguez Flakus & M. Kukwa. 2012. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia 4. Polish Botanical Journal 57 (2): 427-461.
- Frisch A., G. Thor & J.A. Elix. 2010. Herpothallon rubroechinatum (Arthoniaceae), a new species from tropical and subtropical America. Bryologist 113:144-148. <http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745-113.1.144>
- Galloway D.J. & L. Arvidsson. 1990. Studies in Pseudocyphellaria (Lichens) II. Ecuadorean species. Lichenologist 22 (2): 103-135. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282990000081>

- Hale M.E. Jr. 1965. A monograph of *Parmelia* subgenus *Amphigymnia*. Contributions to Botany Number 36 Part. 5. Smithsonian Institution Press. Washington. Pp 358
- Hale M.E. Jr. 1971. Five new *Parmelia* from Tropical America. *Phytologia* 22: 30-35.
- Hale M.E. Jr. 1975. A revision of the genus *Hypotrachyna*. (Parmeliaceae) in Tropical America. Smithsonian Contributions to Botany Number 25. Smithsonian Institution Press. Washington. Pp 73
- Hale M.E. Jr. 1990. A Synopsis of the Lichen Genus *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale (Ascomycotina, Parmeliaceae). Smithsonian Contributions to Botany Number 74. Smithsonian Institution Press. Washington. Pp 250
- Hawksworth D.L., R. Santesson & L. Tibell. 2011. *Racoleus*, a new genus of sterile filamentous lichen-forming fungi from the tropics, with observations on the nomenclature and typification of *Cystocoleus* and *Racodium*. *IMA Fungus* 2(1): 71–79. <http://dx.doi.org/10.5598/imafungus.2011.02.01.10>
- IndexFungorum. 2015. IndexFungorum. Disponible en: www.indexfungorum.org. Acceso: 14/III/2015.
- Jørgensen P.M. 1975. Contributions to a monograph of the *Mallotium* – hairy *Leptogium* species. *Herzogia* 3: 433-460.
- Jørgensen P.M. 1997. Further notes on hairy *Leptogium* species. *Symbolae Botanicae Uppsalienses* 32: 113-130.
- Jørgensen P.M. 2006. *Conspectus familiae Pannariaceae* (Ascomycetes lichenosae). *Ilicifolia* 4: 1-78.
- Jørgensen P.M. & H.J.M. Sipman. 2004. A revision of the *Pannaria rubiginosa* complex in South America. *Nova Hedwigia* 78: 311-327.
- Kukwa M., K. Bach, H.J.M. Sipman & A. Flakus. 2012. Thirty-six species of the lichen genus *Parmotrema* (Lecanorales, ascomycota) new to Bolivia. *Polish Botanical Journal* 57: 243–257.
- Kukwa M., H.J.M. Sipman, J. Etayo, K. Bach, B. Guzow-Krzemińska, A. Jabłońska, S. Olszewska, P. Rodriguez Flakus & A. Flakus. 2014. The lichen order Peltigerales in Bolivia – the first assessment of the biodiversity. *Herzogia* 27: 321–345.
- Kurokawa S. & K.H. Moon. 1998. Three new species and a new combination in *Parmotrema* (Parmeliaceae). *Bulletin of the Botanical Garden of Toyama* 3: 17-23.
- Lücking R., M. Dal-Forno, K. Wilk & J.D. Lawrey. 2013. Three new species of *Dictyonema* (lichenized Basidiomycota: Hygrophoraceae) from Bolivia. *Acta Nova* 6 (1-2): 4-16.
- Lumbsch H.T., T. Ahti, S. Altermann, et al. 2011. One hundred new species of lichenized fungi: a signature of undiscovered global diversity. *Phytotaxa* 18: 1–127
- Merrill G.K. 1927. A list of the Peruvian lichens collected by C. Bües. *Bryologist* 30: 83-88.
- Moberg R. 2011. The lichen genus *Heterodermia* (Physciaceae) in South America – a contribution including five new species. *Nordic Journal of Botany* 29: 129 – 147. *Nordic Society Oikos*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00519.x>
- Moncada B. & E. Forero. 2006. El género *Pseudocyphellaria* Vain. (Lobariaceae – Ascomycetes Liqueñizados) en Colombia. *Caldasia* 28: 197-215.
- Moncada B., R. Lücking & L. Betancourt-Macuase. 2013a. Phylogeny of the Lobariaceae (lichenized Ascomycota: Peltigerales), with a reappraisal of the genus *Lobariella*. *Lichenologist* 45 (2): 203–263. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282912000825>
- Moncada B., L.F. Coca & R. Lücking. 2013b. Neotropical members of *Sticta* (lichenized Ascomycota: Lobariaceae) forming photosymbiodemes, with the description of seven new species. *Bryologist* 116: 169-200. <http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745-116.2.169>
- Moncada B., R. Lücking & L.F. Coca. 2013c. Six new apotheciate species of *Sticta* (lichenized Ascomycota: Lobariaceae) from the Colombian Andes. *Lichenologist* 45 (5): 635–656. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282913000376>
- Nash T.H., C. Gries & J.A. Elix. 1995. A revision of the lichen genus *Xanthoparmelia* in South America. *Bibliotheca Lichenologica* 56: 1-158.
- Orange A., P.W. James & F.J. White. 2001. Microchemical methods for the identification of lichens. *British Lichen Society*.
- Ramírez A. & A. Cano. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Ancash, Perú). *Revista Peruana de Biología* 12 (3): 383-396. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v12i3.2414>
- Ramos D. 2014. Lista de especies de líquenes y hongos liquenícolas del Perú. *Glalia* 6(2): 1-57.
- Ramos D., A. Ramírez, V. Quipuscoa, K. Durand & J. Huallpa. 2013. Diversidad de líquenes en el Anexo de Tuctumpaya, Distrito de Pócsi, Arequipa, Perú. *Arnaldoa* 20 (1): 129-154.
- Randlane T. & A. Saag. 2007. Cetrarioid lichens in the southern hemisphere – an identification key and distribution patterns of the species. *Bibliotheca Lichenologica* 95: 489–499.
- Rivas Plata E. & R. Lücking. 2013. High diversity of Graphidaceae (lichenized Ascomycota: Ostropales) in Amazonian Perú. *Fungal Diversity* 58: 13-32. <http://dx.doi.org/10.1007/s13225-012-0172-y>
- Rodríguez L.O. & K.R. Yung. 2000. Biological Diversity of Peru: Determining Priority Areas for Conservation. *Ambio* 29 (6): 329-337. <http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447-29.6.329>
- Rodríguez J.M., C. Estrabou & G. Quiroga. 2012. El género *Heterodermia* (Lecanorales – Physciaceae) en el centro norte de Argentina. *Acta Botanica Brasílica* 26 (4): 1000-1005.
- Sipman H.J.M. 2005a. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics. <http://www.bgbm.org/sipman/keys/neokeyA.htm>. Acceso: 01/VII/2015.
- Sipman H.J.M. 2005b. Mason Hale's key to *Parmotrema*, revised edition: key to wide-lobed parmelioid species occurring in Tropical America (genera *Canomaculina*, *Parmotrema*, *Rimelia*, *Rimeliella*). <http://www.bgbm.org/sipman/keys/Neoparmo.htm>. Acceso: 01/VII/2015.
- Sipman H.J.M. & J. Aguirre. 1982. Contribución al conocimiento de los líquenes de Colombia – I. Clave genérica para los líquenes foliosos y fruticulosos de los páramos colombianos. *Caldasia* 13: 603-634.
- Sipman, H.J.M., J.A. Elix & T.H. Nash III. 2009. *Hypotrachyna* (Parmeliaceae, Lichenized Fungi). *Flora Neotropica Monograph* 104: 1-173.
- Soukup J. 1965. Lista de líquenes de Perú. *Biota* 28-65.
- Spielmann A.A. 2009. Estudios taxonómicos em *Parmotrema* s.l. (Parmeliaceae, Ascomycota liquenizados) com ácido salazínico. Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Pp 147
- Timdal E. 2008a. Studies on *Eschatogonia* (Ramalinaceae) in Peru. *Lichenologist* 40 (1): 31–38. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282908007457>
- Timdal E. 2008b. Studies on *Phyllopsora* (Ramalinaceae) in Peru. *Lichenologist* 40 (4): 337–362. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282908007846>
- Truong C. & P. Clerc. 2012. The lichen genus *Usnea* (Parmeliaceae) in tropical South America: species with a pigmented medulla, reacting C+ yellow. *Lichenologist* 44 (5): 625–637. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282912000400>
- Truong C., F. Bungartz & P. Clerc. 2011. The lichen genus *Usnea* (Parmeliaceae) in the tropical Andes and the Galapagos: species with a red-orange cortical or subcortical pigmentation. *Bryologist* 114: 477-503. <http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745-114.3.477>
- Truong C., J.M. Rodriguez & P. Clerc. 2013. Pendulous *Usnea* species (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota) in tropical South America and the Galapagos. *Lichenologist* 45 (4): 505–543. <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282913000133>
- Wolseley P.A. & B. Aguirre-Hudson. 1995. Key to lichen genera in Thailand with special reference to epiphytic taxa, part I: macrolichens. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 43: 303-335.
- Wright K.R., G.D. Witt & A.V. Zegarra. 1997. Hydrogeology and paleohydrology of ancient Machu Picchu. *Ground Water* 35: 660-666.
- Yoshimura I. 1998. *Lobaria* in Latin America: taxonomic, geographic and evolutionary aspects. In Marcelli M.P. & M.R.D. Seaward (Eds). 1998. *Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications*, p 129-134. CETESB. São Paulo.

TRABAJOS ORIGINALES

**Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico
*Argopecten purpuratus***

Effect of temperature on physiological responses of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*

Jhon Dionicio Acedo* y Jorge Flores Mego

*Autor para correspondencia

Laboratorio de Ecofisiología Acuática, Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Esquina Gamarra y General Valle S/N Chucuito, Callao, Perú.

E-mail Jhon Dionicio: jdionicio@imarpe.gob.pe

E-mail Jorge Flores: jflores@imarpe.gob.pe

Resumen

Se determinó el efecto de la temperatura sobre la tasa de aclaramiento (TA), ingestión (TI) y consumo específico de oxígeno (CEO) en individuos de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1891) de distintos grupos de tallas. Las pruebas de TA y TI se realizaron a una concentración de *Chaetoceros calcitrans* de aproximadamente 1×10^6 cel.mL⁻¹, se evaluaron dos temperaturas 17 y 22°C y se conformaron diferentes grupos de tallas promedio de 7.6 ± 0.265 , 4.9 ± 0.058 y 3.7 ± 0.173 cm. En las pruebas de CEO los grupos de tallas promedio fueron 8.1 ± 0.351 , 5.6 ± 0.058 y 4.3 ± 0.100 cm. Los resultados muestran un efecto significativo de la temperatura en la TA (L.h⁻¹) y TI (cel.h⁻¹ x 10⁵) sobre los individuos de mayor tamaño (7.6 ± 0.265 cm), observándose a 22°C un incremento promedio, respecto a 17°C, de hasta 250% para TA y 48% para TI. Además, se observó una relación directa del tamaño corporal con las TA y TI en ambas temperaturas. Se registró el efecto de la temperatura de 22°C sobre CEO en todos los grupos evaluados, con un incremento de 239.8, 165.3 y 183.4% para individuos de tallas de 8.1 ± 0.351 , 5.6 ± 0.058 y 4.3 ± 0.100 respectivamente. Asimismo, los resultados muestran una relación indirecta del tamaño corporal con la CEO, en ambas temperaturas evaluadas.

Palabras clave: concha abanico; bioenergética; tasa de aclaramiento; sistema de recirculación; tasa fisiológica.

Abstract

The effect of temperature on the clearance rate (CR), ingestion rate (IR) and specific oxygen consumption (SOC) in individuals of *Argopecten purpuratus* at different size groups were determined. The CR and IR tests were performed at a concentration of approximately 1×10^6 cel.mL⁻¹ of *Chaetoceros calcitrans*, two temperatures 17 and 22 °C were evaluated and different groups of average size were formed of 7.6 ± 0.265 , and 0.058 ± 4.9 3.7 ± 0.173 cm. In SOC test the average size groups were 8.1 ± 0.351 , 0.058 ± 5.6 and 4.3 ± 0.100 cm. The results show a significant effect of temperature in CR (L.h⁻¹) and IR (cel.h⁻¹ x 10⁵) on the larger individuals (7.6 ± 0.265 cm), it was observed at 22 °C an average increase, about 17 °C, up to 250% to CR and 48% to IR. In addition, a direct relationship of body size with CR and IR in both temperatures was observed. The effect of temperature at 22 °C on SOC in all groups was evaluated, with an increase of 239.8, 165.3 and 183.4% for size individuals of 8.1 ± 0.351 , 0.058 ± 5.6 and 4.3 ± 0.100 respectively. Furthermore, in both evaluated temperatures, the results show an indirect relationship of body size with the SOC.

Keywords: Peruvian scallop; bioenergetics; clearance rate; recirculation system; physiological rate.

Citación:

Dionicio Acedo J. & J. Flores Mego. 2015. Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*. Revista peruana de biología 22(3): 329 - 334 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11439>

Información sobre los autores:

JD y JF, realizaron el diseño experimental, los experimentos y análisis de datos. JD redactó el manuscrito; JF revisó y aprobó el manuscrito. Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Presentado: 31/07/2015

Aceptado: 13/11/2015

Publicado online: 18/12/2015

Fuente de financiamiento:

Recursos ordinarios del Instituto del Mar del Perú – IMARPE.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

La concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) es una de las especies de bivalvos de mayor importancia en Perú debido a su gran demanda en el mercado nacional e internacional, principalmente en Francia (PRODUCE 2012); lo que ha llevado a un sostenido incremento en su producción. Luego del “boom” de concha de abanico por efecto de El Niño 1997/98 (Mendo & Wolff 2003), las condiciones de agua templadas en la Bahía de Sechura (Piura) originaron un incremento de las biomásas de este recurso en los bancos naturales de la Isla Lobos de Tierra (Lambayeque) y de la misma bahía, convirtiéndose en uno de los bancos más importantes del Perú (Mendo et al. 2008), y que en la actualidad sustenta las exportaciones de concha abanico en el Perú, cuya producción se basa principalmente en el cultivo de fondo.

Los volúmenes de desembarques de concha abanico han incrementado considerablemente durante fuertes eventos El Niño, tal y como sucedió en los años 1982/83 o 1997/98 (Mendo & Wolff 2003), bajo estas condiciones de aguas cálidas la concha de abanico recolonizó rápidamente, incrementando su población (Wolff 1985a 1987b), al respecto Wolff y Wolff (1983), Mendo et al. (1988); Yamashiro y Mendo (1988); Mendo y Jurado (1993); coinciden al señalar que el incremento se debe a un aumento en la tasa de crecimiento.

En ecosistemas marinos someros, los cultivos de bivalvos pueden provocar un significativo impacto en los nutrientes así como del ciclo de energía, por otro lado, el incremento del metabolismo microbiano produce una reducción de las concentraciones de oxígeno disuelto. No obstante, durante periodos cálidos como el evento El Niño se observan elevadas concentraciones de oxígeno, generando con ello incrementos en las densidades de *A. purpuratus* (Wolff 1985), sin embargo, durante el evento El Niño 97/98 la producción primaria decreció significativamente (Mendo & Wolff 2003) pero sin afectar la producción de concha abanico.

El cultivo de *A. purpuratus* se ha convertido en una actividad de importancia económica, principalmente la fase de engorde, la cual implica aprovechar las condiciones naturales del mar tales como la temperatura, oxígeno disuelto, oferta alimentaria, nutrientes, entre otros. Sin embargo, esta actividad se ha desarrollado de manera empírica, desconociéndose las relaciones entre las condiciones ambientales y las respuestas fisiológicas de *A. purpuratus*, conocimiento que permitiría tomar decisiones para mantener o mejorar la productividad de este recurso.

En este sentido, se vienen realizando esfuerzos orientados a estimar la capacidad de carga en el cultivo de *A. purpuratus*, definida como la máxima población o biomasa que un área puede soportar de manera sostenible. Al respecto, tasas fisiológicas como las tasas de filtración (TF) e ingestión (TI) (Rajesh et al. 2001) y consumo específico de oxígeno (CEO) (Tam et al. 2001), permitirían estimar la capacidad de carga de los sistemas naturales utilizados para producción acuícola así como también la construcción de modelos tróficos.

Bajo el enfoque fisiológico, los organismos acuáticos varían sus tasas fisiológicas respecto a la temperatura. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de las temperaturas (17 y 22 °C) en las tasas de aclaramiento (TA), ingestión (TI) y tasa de consumo específico de oxígeno (CEO)

en individuos de diferentes tamaños de *Argopecten purpuratus* en condiciones de laboratorio.

Material y métodos

Acondicionamiento en laboratorio. Los ejemplares fueron colectados en la bahía de Sechura-Piura, en el mes de febrero del 2012 y transportados al Laboratorio de Ecofisiología Acuática en la sede central del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), donde se distribuyeron en tres grupos de tamaño I (7.6 ± 0.265 cm), II (4.9 ± 0.058 cm) y III (3.7 ± 0.173 cm) 17 y 22 °C para su acondicionamiento (Tabla 1), el cual se llevó a cabo en un sistema de 3 bandejas suspendidas dentro de un tanque circular de 2 m³ conectado a un sistema de recirculación con control de temperatura y aireación constante.

El periodo de acondicionamiento duró aproximadamente 20 días, con fotoperiodo 10:14 (luz: oscuridad) y alimentación con dos especies de microalgas: *Chaetoceros calcitrans* e *Isochrysis galbana* a una relación de 1:1.

Tasa de Aclaramiento e Ingestión (TA y TI). La metodología fue basada por el *Clearance Method* (Método de Aclaramiento), la cual consistió en el estudio de la reducción de partículas en un tiempo determinado dentro de un sistema cerrado, donde se situó al organismo filtrador en unidades experimentales (Figueira 2007). Para ello se utilizaron recipientes cilíndricos de 1.9 L de capacidad, agua de mar filtrada a 10, 5 y 1 µm, esterilizada con UV y aireación constante en cada recipiente para mantener homogénea la concentración microalgal, además se controló la temperatura durante el desarrollo del experimento.

Para el experimento se preparó una concentración de 1×10^6 cel.mL⁻¹ de *Chaetoceros calcitrans*, además los individuos utilizados estuvieron en ayuno por 24 h con el fin de vaciar su contenido estomacal. Las pruebas fueron realizadas por triplicado para cada grupo, con un grupo control (recipiente sin individuo), se tomaron muestras de los recipientes a cada hora, haciendo conteos microalgales utilizando una cámara Neubauer (0.1 mm de profundidad) y un microscopio compuesto.

Determinación de la Tasa de Aclaramiento (TA). Según la metodología descrita por Conover y Huntley (1980), la tasa de Aclaramiento (TA) se estimó con la siguiente fórmula:

$$TA = V * g / N \dots\dots\dots \text{(Ecuación 1)}$$

Donde, TA = tasa de aclaramiento (L.h⁻¹.individuo⁻¹), N = número de individuos, V = volumen del recipiente (mL) y g = constante de filtración (L.h⁻¹). La constante de filtración puede ser calculada por:

$$g = k - \{[\ln (C_2 / C_1)] / (t_2 - t_1)\} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2)}$$

Tabla 1. Talla de individuos de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” para las pruebas de Tasa de Aclaramiento (TA) e Ingestión (TI), a dos temperaturas (17 y 22 °C).

Grupo	Rango (cm)	Longitud promedio (cm)	D.E.
I	(7.9 – 7.5)	7.6	0.265
II	(5.0 – 4.9)	4.9	0.058
III	(3.6 – 3.9)	3.7	0.173

Donde, k = crecimiento de fitoplancton (células.mL⁻¹), C_1 y C_2 son la concentración inicial y final (células.mL⁻¹), respectivamente, en los compartimientos experimentales, t_1 y t_2 son los tiempos iniciales y finales (horas).

El crecimiento del fitoplancton (k) se obtuvo al aplicar la siguiente ecuación.

$$k = [\ln (C_{CT-2} / C_1)] / (t_2 - t_1) \dots\dots\dots (\text{Ecuación 3})$$

Donde C_{CT-2} es la concentración final en los compartimientos controles.

Las ecuaciones (1), (2) y (3) se aplicaron para estimar la TA para los 3 grupos y sus respectivas concentraciones.

Determinación de la Tasa de Ingestión (TI). La tasa de ingestión (TI), de acuerdo a Conover y Huntley (1980), puede ser estimada como:

$$I = TA * C_m \dots\dots\dots (\text{Ecuación 4})$$

Donde, I = Tasa de ingestión*10⁵ (células.h⁻¹.ind⁻¹), TA = definido anteriormente, y C_m = concentración media de fitoplancton durante el periodo experimental. De acuerdo a McClatchie y Lewis (1986), C_m no representa la media aritmética entre C_1 y C_2 sino que, dado que el crecimiento del fitoplancton tiende a ser logarítmico, una estimación adecuada de C_m debería de ser la media geométrica. Es así que la ecuación sugerida es:

$$C_m = [C_1 [\exp((k - g) t) - 1] / [t(k - g)]] \dots\dots (\text{Ecuación 5})$$

Donde C_m = Concentración media estimada (células.mL⁻¹), $t_2 - t_1$ y C , k y g se definieron anteriormente.

Tasa de Consumo Específico de Oxígeno (CEO). Se evaluaron nueve individuos, tres por cada grupo (Tabla 2), bajo el concepto de sistema estático, donde se colocó un individuo por respirómetro, además se contó con un grupo control (respirómetro sin individuo). Los individuos utilizados estuvieron en ayuno por 24 h con el fin de evitar la influencia del proceso de digestión en la respuesta metabólica.

Los cálculos de CEO se realizaron utilizando la fórmula.

$$CMO = (O_t - O_0) * (V_c - V_m) / t$$

$$CEO = CMO/P$$

Donde, CMO: consumo medio de oxígeno (mg O₂.h⁻¹.ind⁻¹); CEO: consumo específico de oxígeno (mg O₂.h⁻¹.g⁻¹); O_t : concentración de oxígeno en un tiempo t ; O_0 : concentración de oxígeno al inicio; V_c : volumen de cámara respirométrica (L); V_m : volumen del organismo (L); t : periodo de tiempo (h); P : peso seco del organismo (g). El peso seco de las muestras fue determinado en una estufa a 70 °C por 48 h.

Tabla 2. Talla de individuos de *Argopecten purpuratus*, "concha de abanico" para las pruebas de CEO a 17 y 22 °C.

Grupo	Rango (cm)	Longitud promedio (cm)	D.E.
I	(7.7 – 8.4)	8.1	0.351
II	(5.6 – 5.7)	5.6	0.058
III	(4.2 – 4.4)	4.3	0.100

Para las evaluaciones de los datos se ajustaron modelos exponenciales en función de la temperatura a las distintas tasas fisiológicas; TA, TI y CEO.

Resultados

Tasa de Aclaramiento (TA). Los resultados muestran un efecto significativo de la temperatura en la TA sobre los individuos de mayor tamaño (7.6 ± 0.265 cm), observándose a 22 °C un incremento promedio en la TA de hasta 2.5 veces respecto a 17 °C, sin embargo en individuos más pequeños (3.7 ± 0.173 cm) la temperatura no mostró influencia en las TA (Fig. 1).

Los mayores valores de TA se muestran en los individuos de tamaño promedio de 7.6 cm, con un valor máximo de 4.86 L.h⁻¹, observándose diferencias significativas ($p < 0.05$) con la TA de los ejemplares de longitud promedio de 3.7 cm, donde se obtuvieron tasas de 0.24 L.h⁻¹ (Fig. 1).

Tasa de Ingestión (TI). La respuesta de TI se vio afectada fuertemente por la temperatura en los ejemplares 7.6 ± 0.265 cm y 3.7 ± 0.173 cm, observándose a 22 °C incrementos del 48 y 22%, respectivamente (Fig. 2), sin embargo, en los individuos de 4.9 ± 0.173 cm, se observa una independencia de la TI en ambas temperaturas.

Los resultados muestran una relación directa entre la TI y el tamaño corporal, observándose diferencias significativas ($p < 0.05$) entre todos los grupos, con un valor máximo de 9.88×10^5 cel.h⁻¹ en los individuos de 7.6 ± 0.265 cm de longitud promedio.

Tasa de Consumo Específico de Oxígeno (CEO). La CEO mostró dependencia con la temperatura, observándose a 22 °C las mayores tasas, con valores máximos de 0.64062, 1.42052 y 8.04801 mg O₂.h⁻¹.g⁻¹ respectivamente para los individuos de los Grupos I, II y III (Fig. 3)

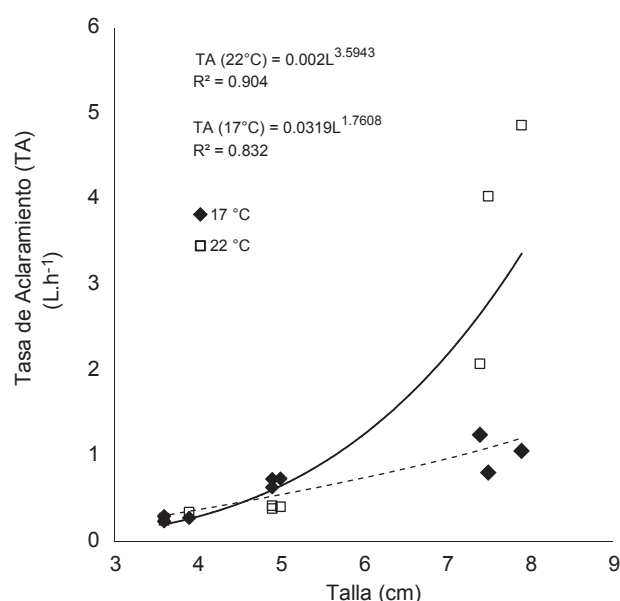


Figura 1. Tasa de Aclaramiento (TA – L.h⁻¹) en individuos de concha de abanico a la concentración microalgal de 1×10^6 cel.mL⁻¹ acondicionados a 17 y 22 °C.

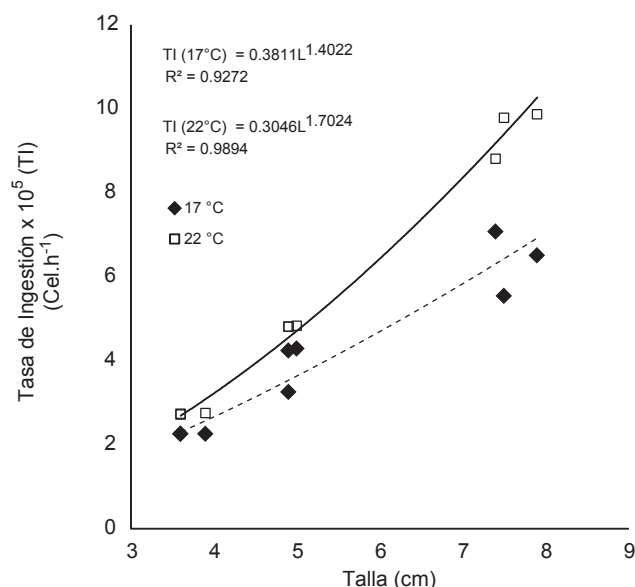


Figura 2. Tasa de Ingestión $\times 10^5$ (TI – cel.h⁻¹) en diferentes tamaños de individuos de concha de abanico a la concentración microalgal de 1×10^6 cel.mL⁻¹ acondicionados a 17 y 22°C.

La CEO varió de manera inversa al tamaño corporal en ambas temperaturas, observándose a 22°C diferencias significativas entre los grupos evaluados, sin embargo a 17°C no se encontraron diferencias entre las CEO de los grupos I y II.

Discusión

El crecimiento de los organismos bajo condiciones naturales es la resultante de la interacción de factores ambientales (corriente, oxígeno disuelto, temperatura), biológicos (alimento, variables fisiológicas y reproducción del organismo) y tecnológicos (sistemas de cultivos que tiene diferentes valores de

eficiencia), sin embargo en la mayoría de estudios ecofisiológicos en bivalvos han evaluado individualmente las variables. Al respecto, un ascenso de la temperatura incrementa la mayoría de los procesos fisiológicos de bivalvos, tales como la tasa de filtración (TF) e ingestión (TI), por tanto, en ambiente natural la concha de abanico incrementa su crecimiento y reproducción ante un evento El Niño debido a la entrada de aguas cálidas, sin embargo el costo metabólico a estas condiciones requiere una fuente de alimento; tanto en variedad, cantidad y calidad para sostener el crecimiento y desarrollo de su población (Mendo & Wolff 2003). Bajo este supuesto se ha estudiado el efecto de la temperatura en las tasas de filtración (Schulte 1975, Ian 2004, Mona et al. 2011, Nieves et al. 2013) e ingestión (Mona et al. 2011) en bivalvos marinos obteniendo como resultado común una relación directa, tanto de la TF y TI con la temperatura.

En este contexto, el presente trabajo muestra un aumento significativo de las tasas fisiológicas en los individuos de mayor tamaño (7.6 ± 0.256 cm) a 22°C, de hasta 2.5 y 1.5 veces para la TA y TI, respectivamente; debiéndose principalmente al incremento metabólico por efecto de la temperatura en ambos casos, estos resultados presentaron el mismo patrón con los reportes obtenidos por Ian (2000), quien determinó en *Pecten maximus* la mayor tasa de consumo de alimento a 23°C, asimismo Ian (2004) trabajando con la misma especie reportó un efecto significativo en la TF a 21°C respecto a 16°C.

En los individuos de menor tamaño, la temperatura no mostró un efecto tanto en la TA como en la TI, lo cual podría ser originado a la alta concentración microalgal de *Ch. calcitrans* (1×10^6 cel.mL⁻¹), interpretándose como un umbral de saturación para individuos de este tamaño, originando el cese o disminución de su TA y TI, en este sentido, este comportamiento podría ser explicado como un ajuste fisiológico para la optimización energética y no sólo como una simple respuesta a la exposición en condiciones adversas (Winter 1978, Bayne et al. 1993, Velasco & Navarro 2002, Filgueira et al. 2009), asimismo en el proceso podrían estar involucrados la selección y el rechazo de alimento a nivel del ctenidio y los palpos labiales (Shumway et al. 1985, Bayne et al. 1993, Ward & Shumway 2004).

Estudios sobre el efecto del tamaño corporal sobre la TF (Navarro & Winter 1982, Filgueira 2007) y TI (Navarro & Winter 1982, Rajesh et al. 2001), han mostrado patrones similares con los obtenidos en nuestro estudio, por lo tanto, las mayores TA y TI mostraron dependencia por las tallas de *A. purpuratus*, posiblemente a un alto desarrollo del área branquial, permitiéndole a los animales aumentar la capacidad de filtración y posteriormente la ingesta del alimento.

Algunos autores han demostrado cómo el aumento de la temperatura incrementa la tasa de consumo de oxígeno en bivalvos (Gunasingh et al. 2002), por ello, el consumo de oxígeno es un indicador del metabolismo de los organismos y permite medir la condición fisiológica de éstos (Rodhouse 1978). En el presente estudio, los valores de la tasa de consumo específico de oxígeno (CEO) en todos los grupos de *A. purpuratus* se vio fuertemente influenciada por la temperatura, coincidiendo con los reportes de Bricelj et al. (1987) quienes trabajaron con *Argopecten irradians irradians*, de acuerdo a ello, se ha determinado un aumento de la tasa metabólica debido al incremento de la temperatura. Al respecto, una de las razones por la cual se originó el “boom” del stock de concha abanico en la Bahía Independencia durante

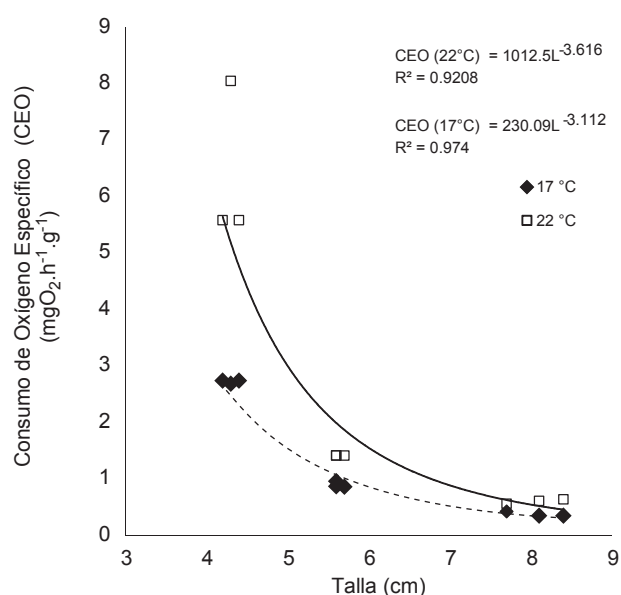


Figura 3. Tasa de Consumo Específico de Oxígeno (CEO – mgO₂.h⁻¹.g⁻¹) en diferentes tamaños de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” cultivados a 17°C y 22°C.

el evento El Niño 82-83 se debería al incremento del oxígeno disuelto en el mar (Mendo & Wolff 2003) y debido a ello, el efecto combinado de la temperatura, disponibilidad de oxígeno y el alimento coadyudan a cubrir el costo energético de la especie durante la temporada de aguas cálidas.

En el presente estudio, en ambas temperaturas, se determinó la dependencia de la CEO con el peso corporal, mostrando una relación inversa entre estas variables, en este sentido las mayores demandas de energía metabólica se observaron en organismos de menor tamaño, por lo cual los resultados evidencian una influencia directa del estado fisiológico con el nivel metabólico.

En nuestro trabajo se aprecia el efecto significativo de la temperatura sobre los individuos de mayor tamaño, este comportamiento se estaría dando debido a un alto costo energético por el mantenimiento, así como la maduración de gametos y desove (Rodhouse 1978), al respecto Deslous-Paoli y Héral (1988), mencionaron la pérdida del 18% de energía para el esfuerzo reproductivo en el primer año de ostras y alrededor del 63% durante el segundo año. De acuerdo a ello, los requerimientos nutricionales, tanto en variedad, cantidad y calidad del alimento deberán compensar los costos energéticos, por ello las siguientes investigaciones deberían enfocarse en estudios orientados a modelos de capacidad de carga, considerando principalmente las variables de temperatura, alimento y oxígeno disuelto, es decir, desarrollando simulaciones de las diferentes estaciones anuales, en las diferentes zonas de cultivos y bancos naturales. Asimismo, con ayuda de los modelos predecir comportamientos frente a la presencia de eventos anómalos, tal como el Fenómeno “El Niño”. Por ello estos trabajos deberían de ser un tema de atención de los usuarios de las Bahías y en especial de aquellos cuya actividad principal es el repoblamiento de concha de abanico en la Bahía de Sechura con la finalidad de minimizar los riesgos de sobrecarga del sistema que podría colapsar esta actividad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. M.Sc. Arturo Aguirre por sus opiniones y comentarios en el presente trabajo.

Literatura citada

- Bayne B.L., J.I.P. Iglesias, A.J.S. Hawkins, E. Navarro, M. Heral & J.M. Deslous-Paoli. 1993. Feeding behaviour of the mussel *Mytilus edulis*: Responses to variations in quantity and organic content of the seston. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 73(04), 813–829. <http://dx.doi.org/10.1017/McCS0025315400034743>.
- Bricelj, V. M., Epp, J., & Malouf, R. E. (1987). Comparative physiology of young and old cohorts of bay scallop *Argopecten irradians* (Lamarck): mortality, growth, and oxygen consumption. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 112(2), 73-91. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(87\)90110-9](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(87)90110-9)
- Conover R. & M. Huntley. 1980. General Rules of Grazing in pelagic ecosystems. In: Primary productivity in the sea. Falkowsky (Ed.) Plenum Press, New York. Pp. 461-485. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4684-3890-1_25
- Deslous-Paoli J.M. & M. Héral. 1988. Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the bay of Marennes-Oléron. *Aquatic Living Resource* 1:239-249. <http://dx.doi.org/10.1051/alr:1988024>
- Filgueira R., M.J. Fernández & U. Labarta. 2009. Tasa de aclaramiento del mejillón *Mytilus galloprovincialis*. I. Respuesta a intervalos extremos de clorofila. *Ciencias Marinas*, 35(4):405-417. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-38802009000400007&script=sci_arttext
- Filgueira R. 2007. Comportamiento alimentario del mejillón *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) en la condiciones tróficas de las Rías Gallegas. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Marinas. Instituto de Investigaciones Marinas (I.I.M. – C.S.I.C.). Pp. 135. <http://digital.csic.es/handle/10261/4261>.
- Gunasingh J., K. Nandakumar, K. Jesudoss, J. Azariah, K. Satapathy, & K. Nair. 2002. Influence on the temperature on the physiological responses of the bivalve *Brachidontes striatulus* and its significance in fouling control. *Marine Environmental Research*. 53: 51-63. [http://dx.doi.org/10.1016/S0141-1136\(01\)00109-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0141-1136(01)00109-X).
- Ian L. 2000. Effect of temperature and rate growth and condition of king scallop (*Pecten maximus*) spat. *Aquaculture* 183: 325-334. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00262-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00262-8)
- Ian L. 2004. Filtration of king scallops (*Pecten maximus*). *Aquaculture* 240: 369-384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.02.002>
- McClatchie S. & M. Lewis. 1986. Limitation of grazing rate equations: The case for time-series measurements. *Marine Biology* 92:135-140. doi: 10.1007/BF00392755
- Mendo J. & E. Jurado. 1993. Length-based growth parameter estimates of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*). *Fisheries Research*. 15: 357-367. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-7836\(93\)90086-M](http://dx.doi.org/10.1016/0165-7836(93)90086-M)
- Mendo J., V. Valdivieso & C. Yamashiro. 1988. Cambios en densidad, número y biomasa de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia (Pisco, Perú) durante 1984 - 1987. Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento Peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú-Callao, Volumen extraordinario. 163-168. <<http://biblioiimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1096>> (Acceso 24/01/15)
- Mendo J. & M. Wolff. 2003. El impacto de El Niño sobre la producción de concha abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Ecología Aplicada*, 2(1), 7p. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162003000100008&script=sci_arttext
- Mendo J., Wolff, M., Carbajal, W., Gonzáles, I. y Badjeck, M. 2008. Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 101-114.
- Mona M.H., G.M. Elkhodary & A.M. Khalil. 2011. Combined effects of temperature and algal concentration on filtration and ingestion rates of *Crassostrea gigas* Bivalvia. *Life Science Journal*. 8(4): 805-813. <http://www.lifesciencesite.com/>. (Acceso 2/12/14)
- Navarro J.M. & J.E. Winter. 1982. Ingestion Rate, assimilation efficiency and energy balance in *Mytilus chilensis* in relation to body size and different algal concentrations. *Marine Biology*. 67: 255-266. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00397666>
- Nieves M., L. Buckle, P. Piña, A. Medina, A. Miranda, L. Martínez & J. López. 2013. Combined effect of temperature and food concentration on the filtration and clarification and assimilation efficiency of *Atrina tuberculosa* sowerby, 1835 (Mollusca: Bivalvia) under laboratory conditions. *Archives of Biological Sciences*, 65(1), 99-106. <http://dx.doi.org/10.2298/ABS1301099N>
- PRODUCE. 2012. Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2012. <http://www.produce.gob.pe/index.php/estadisticas/anuarios-estadistico> (Acceso 14/10/14).
- Rajesh K.V., K.S. Mohamed & V. Kripa. 2001. Influence of algal cell concentration, salinity and body size on the filtration and ingestion rates of cultivable Indian bivalves. *Indian Journal of Marine Science*.30: 87-92. <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=14132093>> (Acceso 07/01/15)
- Rodhouse P.G. 1978. Energy transformation by the oyster *Ostrea edulis* (L.) in a temperate estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 34:1-22. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(78\)90053-9](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(78)90053-9).

- Schulte E. 1975. Influence of algal concentration and temperature on the filtration rate of *Mytilus edulis*. *Marine Biology*. 30: 331-341. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00390638>
- Shumway S.E., T.L. Cucci & C.M. Yentsch. 1985. Particle selection, ingestion, and absorption in filter-feeding bivalves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 91: 77-92. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(85\)90222-9](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(85)90222-9)
- Tam J., G. Vera, E. Pinto & G. Sánchez. 2001. Procedimiento Estandarizado de Operación: Método de determinación de la tasa de ingestión de organismos filtradores (PEO-IMP-TI-001). Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú. 153: 3-18. < <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1430>> (Acceso 07/01/15)
- Velasco L.A. & J.M. Navarro. 2002. Feeding physiology of infaunal (*Mulinia Edulis*) and epifaunal (*Mytilus chilensis*) bivalves under a wide range of concentrations and qualities of seston. *Marine Ecology Progress Series* 240: 143-155. < <http://dspace2.conicyt.cl/handle/10533/17645>> (Acceso 29/01/15)
- Ward J.E. & S.E. Shumway. 2004. Separating the grain from the chaff. Particle selection in suspension and deposit-feeding bivalves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300:83-130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2004.03.002>
- Winter J.E. 1978. A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture* 13: 1-33. [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(78\)90124-2](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(78)90124-2)
- Wolff M. 1985. Abundancia masiva y crecimiento de pre-adultos de la concha de abanico peruana (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Pisco bajo condiciones de "El Niño" 1983. pp. 87-90. En: Arntz, W., A. Landa y J. Tarazona (eds.). "El Niño" y su impacto en la fauna marina. Boletín Instituto del Mar del Perú-Callao, Volumen extraordinario. < <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1173>> (Acceso 12/12/14)
- Wolff M. 1987. Population Dynamics of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* during the El Niño Phenomenon of 1983. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 44 (10): 1684-91. <http://dx.doi.org/10.1139/f87-207>.
- Wolff M. & R. Wolff. 1983. Observations on the utilization and growth of the pectinid *Argopecten purpuratus* in the fishing area of Pisco, Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú. 7(6): 197-235. < <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1038?show=full>> (Acceso 29/01/15)
- Yamashiro C. & J. Mendo. 1988. Crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. pp. 163-168. En: Salzwedel H. y A. Landa (eds.) Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú- Callao, Volumen extraordinario. < <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1097>> (Acceso 14/10/14).

NOTA CIENTÍFICA

Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011

Water quality of the inner Puno Bay, Titicaca Lake, during summer 2011

Diana F. Beltrán Farfán ^{*1,2}, Rocio P. Palomino Calli ¹, Edmundo G. Moreno Terrazas ¹, Cesar G. Peralta ³
y Daniel B. Montesinos-Tubée ^{4,5}

*** Autor para correspondencia**

1 Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú. Av. Sesquicentenario 1150 – Puno, Perú.

2 Asociación Para la Investigación y Desarrollo Sostenible Suma Marka ONGD. Jr. Arequipa 1055- Puno, Perú.

3 Instituto del Mar del Perú – Laboratorio Continental de Puno, Perú. Av. Circunvalación Sur 1911 – Puno, Perú.

4 Nature Conservation & Plant Ecology Group. Wageningen University, The Netherlands.

5 Instituto Científico Michael Owen Dillon, Arequipa, Perú.

Email Diana Beltrán: dfbeltranf@gmail.com

Email Rocio P. Palomino: clarisabrina_2@hotmail.com

Email Edmundo G. Moreno: gmorenot@yahoo.com

Email Cesar Gamarra Peralta: cgamarra@imarpe.gob.pe

Email Daniel B. Montesinos Tubée: dbmtperu@gmail.com

Resumen

Con objetivo de evaluar la calidad acuática de la bahía interior de Puno, se establecieron 12 estaciones de muestreo aleatoriamente, evaluadas mensualmente entre diciembre del 2010 a abril del 2011. Se determinaron parámetros fisicoquímicos utilizando las metodologías validadas de EPA y APHA, los nutrientes se determinaron mediante espectrofotometría. La temperatura, oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitratos y nitritos del agua indican que el área próxima a la salida de la laguna de estabilización de la ciudad (isla Espinar) es una zona crítica de contaminación en la bahía interior de Puno. Los valores de transparencia del agua fueron bajos. La conductividad eléctrica del agua registró valores elevados. Los valores de alcalinidad fueron altos (75 – 150 mg/L) y muy altos (>150 mg/L), indicando un alto contenido de carbonatos y bicarbonatos. La dureza total registrada indica aguas duras (121 – 180 mg/L) y muy duras (>180 mg/L). Las altas cantidades de coliformes fecales (*E. coli*) en aguas cercanas a la isla Espinar serían el resultado de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Puno, sin un tratamiento adecuado.

Palabras clave: calidad acuática; lago Titicaca; eutrofización; aguas residuales.

Abstract

Water quality of the inner Puno Bay was evaluated; we established 12 stations, and were assessed monthly from December 2010 to April 2011. Physicochemical water parameters were determined with EPA and APHA standard methods. Nutrients were determined spectrophotometrically. The parameters of temperature, dissolved oxygen, pH, phosphates, nitrates and nitrites of water show that the outlet of the stabilization lagoon of Puno City (Espinar Island) is a critical area of contamination at the inner Puno Bay. Transparency values were low. The electrical conductivity of water showed high values. Alkalinity values were high (75 - 150 mg/L) and very high (> 150 mg/L), indicating a high content of carbonates and bicarbonates. Water hardness were high (121-180 mg/L) and very high (> 180 mg/L). High levels of fecal coliform in waters near the island Espinar would be the result of wastewater discharges from the Puno city, without proper treatment.

Keywords: Water quality; Titicaca lake; eutrophication, wastewater.

Citación:

Beltrán Farfán D.F., R.P. Palomino Calli, E.G. Moreno Terrazas, C.G. Peralta & D.B. Montesinos Tubée. 2015. Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. Revista peruana de biología 22(3): 335 - 340 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>

Presentado: 12/02/2015

Aceptado: 13/10/2015

Publicado online: 18/12/2015

Información sobre los autores:

DFBF realizó el planteamiento, ejecución y redacción del trabajo; RPPC participó en la redacción del trabajo; EGMT, DBMT y CGP brindaron asesoramiento en el planteamiento y redacción del trabajo; DBMT revisó el texto del trabajo de investigación.

Los autores manifestamos que no existe conflicto de intereses de ningún tipo.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

A inicios de los años 80 la Universidad de Columbia Británica de Canadá (UBC) y la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNA) realizaron estudios sobre la contaminación del Lago Titicaca, y determinaron que la zona más afectada es la bahía interior de Puno, un área de 15 Km² al frente de la ciudad de Puno (Northcote et al. 1991). En esta zona se registraron valores notablemente diferentes a otras zonas del lago Titicaca, como temperaturas más altas (aproximadamente 20 °C), transparencia del agua más baja (mucho menos de 0.5 m), concentraciones de nutrientes más altas (nitrógeno y fosforo disueltos), y niveles de sobresaturación de oxígeno disuelto en la capa de agua superficial que indicaría una alta densidad y producción de fitoplancton, y a veces los niveles de oxígeno disuelto más bajos indicando altas tasas de descomposición bacteriana, además la biomasa de algas planctónicas es mucho más alta en la bahía interior que en la bahía exterior de Puno o en el Lago Grande (Northcote et al. 1991).

Aunque en la mayoría de estudios limnológicos del lago Titicaca, como los estudios de Gilson (1939a, 1964b) y Richerson et al. (1975), se han centrado en las regiones del Lago Grande. Algunos estudios han sido realizados en zonas litorales de Lago. Tal vez, el más relevante ha sido el de Northcote et al. (1989) que informó sobre la proliferación de macrófitas acuáticas flotantes como *Lemna gibba* Moench y *Azolla* sp. en la bahía interior de Puno, como una clara evidencia de la severa eutrofización. Actualmente es fundamental determinar las condiciones físico-químicas de esta zona para la mitigación de la eutrofización y restauración.

La calidad del agua de la bahía interior de Puno viene siendo degradada. Al respecto un episodio destacado fue el crecimiento abundante de *Lemna* spp., que llegó a cubrir aproximadamente 10 km² de la Bahía Interior y con varios centímetros de grosor (Cruz 2005). La abundancia de la lenteja de agua en la bahía interior refleja un estado de concentración de nutrientes y el poco flujo de las aguas en esta zona (Collot 1980, Cornejo & Aramayo 1989). Es decir una zona en proceso de eutrofización causado por el ingreso de aguas servidas de la ciudad de Puno sin ningún tratamiento.

En este trabajo se presenta información sobre la calidad del agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca, entre diciembre del 2010 a abril del 2011, y se compara con la información de estudios previos.

Material y métodos

Área de estudio.- El lago Titicaca es el lago más grande de agua dulce en América del Sur. Con una superficie de 8300 km², una longitud máxima de 195 km, 285 m de profundidad máxima, y una anchura media de 50 km, es el lago navegable más alto del mundo (3808 m). Tanto el sector peruano y boliviano están incluidas en la lista de humedales de importancia internacional después de la Convención de Humedales, Ramsar, 1971. Una de las características únicas de este lago es la temperatura de sus aguas, siendo cálidas para esa altura (de -10 a 12 °C), permitiendo la existencia de una rica flora y fauna acuática (Constantini et al. 2004)

La bahía interior de Puno, (Figs. 1) está ubicada a 15°50'34"S 69°59'43"W, tiene un extensión de 16.1 km², una profundidad media de 2.7 m. La bahía interior de Puno es somera y de poco flujo, características que combinadas con las altas entradas de nutrientes provenientes de los desagües de la ciudad de Puno (con un población de 125663 habitantes, INEI 2007), dan lugar a un cuerpo de agua severamente contaminado. Las principales actividades que se realizan en la bahía interior son la pesca, extracción de totora, transito de lanchas para el turismo, comercio y ganadería.

La ciudad de Puno cuenta con una laguna de estabilización para el tratamiento de aguas residuales, pero debido a la colmatación de las aguas negras, el tiempo de permanencia en la pozas de tratamiento y las condiciones climáticas el tratamiento resulta ineficiente, a ello se suma el vertimiento directo de aguas residuales a través de desagües clandestinos por las poblaciones ribereñas.

Diseño del muestreo.- En la bahía interior de Puno, se realizaron muestreos mensuales, entre diciembre 2010 y abril 2011, en 12 estaciones (Fig 1). Se determinaron parámetros físicoquímicos del agua: transparencia, temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, alcalinidad y dureza; así mismo

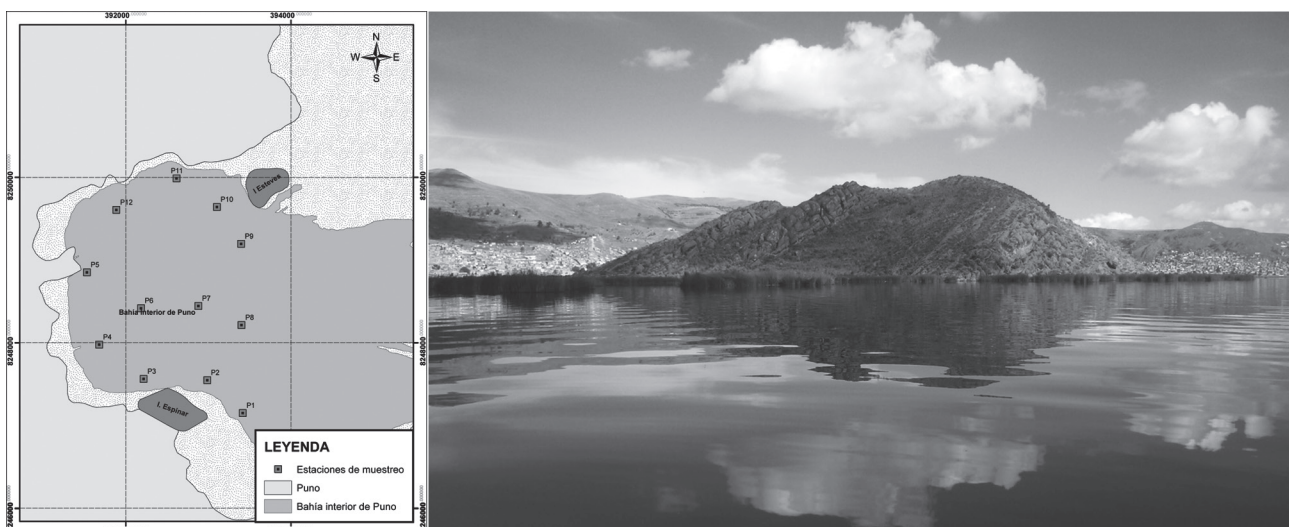


Figura 1. Derecha, ubicación de las estaciones de muestro en la Bahía Interior, Lago Titicaca. Izquierda, Isla Espinar ubicada en la Bahía Interior de Puno.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados a nivel superficial, y la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo, Bahía Interior de Puno Lago Titicaca. T: temperatura superficial del agua

Estación de muestreo	Coordenadas		Transparencia	Parámetros evaluados									
	S	W		T	pH	Oxígeno disuelto	Conductividad eléctrica	Alcalinidad	Dureza	PO ₄	NO ₃	NO ₂	<i>E. coli</i>
1	15°51'08.2"	69°59' 43.5"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	15°50'55.3"	69°59' 57.9"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	15°50'54.7"	70°00' 23.8"	X	X	X	X	X	X	X				
4	15°50'41.1"	70°00' 41.8"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	15°50'12.6"	70°00' 46.7"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	15°50'26.9"	70°00' 24.8"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	15°50'26.0"	70°00' 01.4"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	15°50'33.6"	69°59' 43.8"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	15°50'01.7"	69°59' 43.9"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	15°49'47.1"	69°59' 53.7"	X	X	X	X	X	X	X				
11	15°49'35.8"	70°00' 10.0"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	15°49'48.0"	70°00' 34.6"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

se determinaron los niveles de PO₄, NO₃ y NO₂ y la presencia de *E. coli* (Tabla 1). La determinación de los parámetros fisicoquímicos se realizó siguiendo metodologías validadas por EPA y APHA (GW 2010, RM N° 003-2002-PE). Las muestras de agua fueron tomadas de la superficie con frascos de polietileno.

Análisis de parámetros fisicoquímicos.- Los parámetros fisicoquímicos se determinaron a 0.5 m de profundidad.

La temperatura del agua, se registró con un termómetro de mercurio protegido (0 – 50 °C, 0.1 °C). El oxígeno disuelto del agua se registró mediante el procedimiento del kit (Kit Alabama Water Quality Monitoring, LaMotte®, GW 2010). Para medir el pH del agua, se utilizó un pHmetro Waterproof pH Test 1" de Eutech-Oakton instruments, calibrado según las especificaciones. La transparencia del agua, fue medida con un Disco Secchi. La conductividad eléctrica del agua, fue medida con el Medidor Multiparámetro SensION 156 30QD marca HACH. La dureza y Alcalinidad fueron medidas a través del Procedimiento del kit (Kit Alabama Water Quality Monitoring, LaMotte®, GW 2010). El PO₄, según el Protocolo de análisis de nutrientes (RM N° 003-2002-PE), por el método descrito por Mullin y Riley (1955) modificado por Strickland y Parsons (1972). El NO₃ y NO₂ fueron determinados con el método espectrofotométrico de Strickland y Parsons (1968) en los laboratorios del IMARPE-Puno, se consideró el protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor (RM N° 003-2002-PE).

Análisis de parámetros bacteriológicos.- Se determinó la presencia de *E. coli* por el método de primera alerta descrito en el Manual de la GW 2010 sobre la de prueba Coliscan Easygel® (Micrology Labs) para análisis bacteriológico.

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se observan los resultados de los análisis fisicoquímicos y de *E. Coli*, durante el estudio. Por otro lado, en la Tabla 3 se aprecian los resultados en las estaciones de muestreo.

En la tabla 4 se aprecian datos de parámetros de la calidad del agua obtenidos en el presente estudio comparados con los registrados por otros autores.

En relación a la temperatura del agua se observó un ligero incremento en comparación a lo reportado por Hinojosa (1982) y Mollocondo (1985). Esto podría ocasionar que las tasas de producción y descomposición se incrementen en la parte interior de la bahía de Puno, durante la época húmeda (Northcote et al. 1991). Sin embargo estos datos pueden variar debido a la metodología utilizada o al horario de muestreo.

La transparencia superficial del agua durante el tiempo de estudio fue en promedio de 1.43 m (variando desde 0.37 hasta 2.5m). Estos valores se encuentran dentro de los registrados anteriormente (Pineda 1997, Northcote et al. 1991, Constantini et al. 2004).

La cantidad de oxígeno que el agua puede contener en solución disminuye con el aumento de la temperatura, que es, por supuesto, desventajosa para los organismos debido a que la tasa metabólica, y por lo tanto la demanda de oxígeno aumenta con aumentar la temperatura (Brönmark & Hanson 2005). En este estudio, el promedio de la concentración de oxígeno disuelto en el agua fue de 6.62 mg/L, este dato así como los reportados por Mollocondo (1985) y Pineda (1997) se encuentran dentro de los valores que Northcote et al. (1991) menciona para temperaturas de 10 y 20 °C siendo los niveles de oxígeno disuelto en aguas saturadas del lago de 7.3 y 5.8 mg/L respectivamente. Por otro lado, Constantini (2004) registró el mayor valor (9.15 mg/L), mientras que el valor mínimo (4.82 mg/L) fue reportado por Angles (2006). Las diferencias podrían ser ocasionadas por el uso de diferentes metodologías, horario de muestreo y la ubicación de las estaciones de muestreo.

Así mismo, se observó un incremento en los valores de pH en relación a los estudios realizados por Ocola (1997), Angles (2006) y Constantini (2004). Según Northcote et al. (1991) los

Tabla 2. Valores de los parámetros evaluados en las aguas de la bahía interior de Puno desde diciembre del 2010- abril del 2011. Prom: promedio; Máx: máximo; Mín: mínimo; D.E.: desviación estándar. Tran: Transparencia; Oxíg: Oxígeno Disuelto; Cond: Conductividad eléctrica; Alca: Alcalinidad.

Mes		Tran (m)	T (°C)	pH	Oxíg (mg/L)	Cond (uS/cm)	Alca (mg/L)	Dureza (mg/L)	PO4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	E. coli (UFC/100ml)
Diciembre	Prom.	0.71	16.38	9.64	5.17	1713.08	113.75	323.33	0.862	0.057	0.047	105
	Máx.	0.8	18	9.75	6.7	1788	135	350	1,033	0.093	0.09	1033.33
	Mín.	0.37	15	9.34	3.7	1683	100	280	0.675	0.04	0.038	0
	D.E.	0.12	0.88	0.11	1.15	28.43	11.89	24.25	0.09	0.016	0.015	326.23
Enero	Prom.	1.52	15	9.48	6.17	1690.25	200.42	321.67				
	Máx.	1.8	19	9.69	7.8	1708	235	410				
	Mín.	1.1	13	9.06	4	1675	155	240				
	D.E.	0.25	1.65	0.2	1.19	10.36	22.1	50.96				
Febrero	Prom.	1.52	14.67	9.02	6.11	1661.67	186.25	275.83	1,136	0.233	0.086	548.33
	Máx.	1.9	16	9.18	9.2	1713	230	320	1,391	0.36	0.131	4716.67
	Mín.	0.8	13.5	8.35	3.9	1639	150	250	0.843	0.099	0.029	0
	D.E.	0.34	0.78	0.23	1.64	21.84	23.17	21.51	0.196	0.091	0.036	1472.79
Marzo	Prom.	1.4	16.5	9.59	8.17	1626.75	149.17	279.17				
	Máx.	1.7	18	9.75	11.4	1641	210	330				
	Mín.	1.15	16	9.35	5.2	1617	125	250				
	D.E.	0.22	0.64	0.13	1.97	7.62	24.11	25.39				
Abril	Prom.	2	15.83	9.42	7.5	1643	121.67	302.5	1,095	0.106	0.07	712.5
	Máx.	2.5	17	9.6	10.2	1689	185	350	1,432	0.131	0.128	8533.33
	Mín.	0.8	15	8.95	3.4	1613	90	260	0.566	0.041	0.04	0
	D.E.	0.48	0.72	0.18	2.21	20.7	25.17	31.66	0.296	0.026	0.027	2462.93
Total	Prom.	1.43	15.68	9.43	6.62	1666.95	154.25	300.5	1,035	0.131	0.068	471.35
	Máx.	2.5	19	9.75	11.4	1788	235	410	1,432	0.36	0.131	8533.33
	Mín.	0.37	13	8.35	3.4	1613	90	240	0.566	0.04	0.029	0
	D.E.	0.51	1.22	0.28	1.95	36.67	40.5	37.44	0.243	0.09	0.031	1697.3

Tabla 3. Valores promedio de los parámetros del agua evaluados en la bahía interior de Puno en los diferentes lugares de muestreo. Prom: promedio; Máx: máximo; Mín: mínimo; D.E.: desviación estándar. Tran: Transparencia; Oxíg: Oxígeno Disuelto; Cond: Conductividad eléctrica; Alca: Alcalinidad.

Estación de Muestreo	Tran (m)	T (°C)	pH	Oxíg (mg/L)	Cond (uS/cm)	Alca (mg/L)	Dureza (mg/L)	PO4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	E. coli (UFC/100ml)
1	1.05	14.6	9.23	4.56	1680.8	163	304	1.02	0.15	0.08	2872.22
2	1.11	15	9.37	4.61	1663.4	144	314	1.04	0.15	0.08	1916.67
3	1.34	15.1	9.3	5.58	1685.8	157	308	1.18	0.11	0.07	
4	1.33	15.6	9.39	5.34	1652.4	175	294	1.18	0.15	0.07	172.22
5	1.59	15.7	9.4	6.19	1668.8	147	284	1.13	0.17	0.07	5.56
6	1.66	15.2	9.52	6.82	1670.8	152	280	1.18	0.14	0.09	27.78
7	1.5	15.6	9.39	7.82	1674.0	155	292	1.16	0.09	0.06	5.56
8	1.71	15.7	9.51	7.04	1662.6	160	298	1.04	0.1	0.05	5.56
9	1.25	15.3	9.5	7.19	1667.2	151	290	1.04	0.09	0.04	0
10	1.52	16.2	9.53	7.53	1665.8	147	314	0.67	0.04	0.13	
11	1.57	16.7	9.48	8.38	1651.6	157	308	0.79	0.13	0.06	5.56
12	1.51	17.4	9.53	8.4	1660.2	143	320	0.84	0.18	0.07	16.67
Prom.	1.43	15.68	9.43	6.62	1666.95	154.25	300.5	1.02	0.12	0.07	502.78
Máx.	1.71	17.4	9.53	8.4	1685.8	175	320	1.18	0.18	0.13	2872.22
Mín.	1.05	14.6	9.23	4.56	1651.6	143	280	0.67	0.04	0.04	0
D.E.	0.21	0.78	0.1	1.36	10.18	9.09	12.77	0.17	0.04	0.02	1023.41

Tabla 4: parámetros estudiados comparados con información de otros autores.

Parámetro	Hinojosa (1982)	Sarmiento (1984)	Mollocondo (1985)	Pineda (1997)	Ocola (1997)	Donaires et al. (2003)	Constantini et al. (2004)	Angles (2006)	Presente estudio
Temperatura (°C)	13.1	—	13.14	13.2	—	—	11	15.25	15.7
Transparencia (m)	—	—	—	0.95	—	—	0.58	1.3	1.4
Oxígeno disuelto (mg/L)	—	—	7.45	7.2	—	—	9.15	4.82	6.62
pH	—	—	—	—	8.55	—	8.65	8.4	9.43
Alcalinidad (mg/L)	—	—	—	—	—	99	—	—	154.25
Dureza (mg/L)	—	—	—	—	—	233.75	—	—	300.5
Fosfatos (mg/L)	—	0.25	—	—	—	—	—	1.01	1.04
Nitratos (mg/L)	—	0.43	—	—	—	—	—	58.52	0.13

* Se han considerado valores promedio de investigación de cada autor, pudiendo haber diferido en la temporada de muestreo y/o en la metodología utilizada.

altos valores de pH en la Bahía Interior pueden ser el resultado de la elevada actividad fotosintética en la zona.

El promedio de los valores de dureza reportados en este estudio fue de 300.5 mg/L, el cual se encuentra dentro de los datos que manifiesta Northcote et al. (1991), señalando que la dureza varía estacionalmente alrededor de 300 y 400 mg/L, alcanzándose los valores más altos entre finales de enero y mediados de marzo de 1983. A excepción de los valores registrados a finales de diciembre de 1982 y a mediados de enero de 1983. Estas condiciones favorecen la precipitación de carbonato de calcio en el agua lo que podría ocurrir en las aguas de la bahía interior de Puno donde el pH muestra valores altos el 80% del tiempo y las concentraciones de Ca son a menudo favorables.

El promedio de los valores de fosfatos registrado fue de 1.04 mg/L; Angles (2006) registró un valor promedio de 1.01 mg/L, mientras que Sarmiento (1984) reportó 0.25 mg/L. Los fosfatos pueden entrar en los ambientes acuáticos de la erosión natural de los minerales en la cuenca de drenaje, de la descomposición biológica, y la escorrentía de las actividades humanas en las zonas urbanas y agrícolas (UNEPGEMS 2008).

En lagos oligotróficos y arroyos las concentraciones de nitratos son generalmente menores a 0.4 mg/L (NRC 1978; Nordin & Pommen 1986), en la bahía interior de Puno se han registrado concentraciones de nitratos de 0.43 mg/L (Sarmiento 1984) y de 58.53 mg/L (Angles 2006), en el presente estudio se registró 0.13 mg/L. Los niveles por encima de 4 mg/L en aguas dulces son a menudo asociados a condiciones eutróficas (NRK 1978, USGS 1999). Sin embargo los datos comparados con el presente estudio son muy puntuales, la variación podría estar influenciada por las distintas metodologías de muestreo, o por la diferencia de los horarios durante la toma de muestras.

Metcalf y Eddy (1998), menciona que la presencia de nitritos en el agua es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente. En aguas superficiales, bien oxigenadas, el nivel del nitrito no suele superar 0.1 mg/L. Sin embargo en el presente estudio se encontraron valores por encima de este en algunos sectores, principalmente hacia el sector de la isla Esteves que se encuentra influenciado por la actividad hotelera. Se conoce que el consumo de concentraciones de nitritos tiene efectos sobre la salud humana, según Cabrera et al. (2003) los nitritos pueden producir compuestos cancerígenos y metahemoglobinemia, esta

última también se ha registrado en la sangre de algunos peces (Martínez & Souza 2002).

Los análisis realizados entre julio de 1981 y julio de 1983 en un punto de muestreo localizado frente de la orilla occidental de la bahía, a 400 m al sur del muelle, a 2 m de profundidad, muestran elevadas concentraciones de fósforo (4.63 mg/L), nitratos (18.86 mg/L) y amonio (44.14 mg/L). Concluyendo que la zona del puerto de la bahía interior de Puno, presenta altas concentraciones de nutrientes y muestra muchos síntomas químicos de una eutrofización extrema (Northcote et al. 1991). Lo cual, según los registros obtenidos puede ratificarse, aunque no se observaron cambios altamente significativos, los valores más altos se encontraron hacia el sur del área de estudio (isla Espinar) evidenciado que esta zona es la más afectada.

Respecto a la presencia de *E. coli*, se registraron los mayores valores en la zona cercana a la laguna de estabilización de la isla Espinar; ello evidencia el ingreso de aguas residuales estarían sin un adecuado tratamiento, debido a que el sistema de tratamiento de la laguna de estabilización es deficiente, y esta sobresaturado con alto contenido de lodos que en conjunto generan olores desagradables (ALT 2004).

Agradecimientos

A la Reserva Nacional del Titicaca por el apoyo brindado para la presente investigación. A David Aranibar, Arturo Chayña y Javier Bojórquez, por el apoyo en la logística y la interpretación de resultados.

Literatura citada

- ALT (Autoridad Binacional del Lago Titicaca). 2014. Diagnóstico y Categorización de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en el anillo Circunlacustre del Lago Titicaca. Programa SIGAR Sistema Integral de Gestión de Aguas Residuales.
- Angles J. 2007. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la bahía interior de Puno para determinar el nivel de contaminación. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Brönmark C. & L.A. Hanson. 2005. The biology of lakes and ponds. 2nd edition. Oxford University Press Inc., New York. United States: 285 pp.
- Cabrera E., L. Hernández, H. Gómez & M.P. Cañizares. 2003. Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. Journal of the Mexican Chemical Society 47(1): 88-92.

- Collot D. 1980. - Les macrophytes de quelques lacs andins (lac Titicaca, lac Poopo, lacs des vallées d'Hichu Kkota et d'Ovejhuo). ORSTOM, La Paz: 115 pp.
- Constantini M.L., L. Savetta, G. Mancinelli & L. Rossi. 2004. Spatial variability of the decomposition rate of *Schoenoplectus tatora* in a polluted area of lake Titicaca. *Journal of Tropical Ecology* 20:325-335. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467403001214>
- Cornejo E. & H.A. Aramayo. 1989. Effects of eutrophication on periphyton and macrophytes. In: *Pollution in Lake Titicaca, Peru*. Northcote, Morales, Levy, Greaven eds., Westwater Research Centre, University of British Columbia; Vancouver: 73-79 pp.
- Cruz M.A. 2005. Determinación de la biomasa de *Lemna* spp. "Lenteja de Agua" en el malecón eco turístico "Bahía de los Incas" de la ciudad de Puno. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Donaires T., W. Zamalloa & M. Salas del Pino. 2003. El Lago Titicaca: Síntesis del conocimiento actual. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Altiplano - Puno. - Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Cusco. Perú.
- Fuentes F. & A. Massol-Deyá 2002. (en línea) Manual de Laboratorios: Ecología de Microorganismos. <<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual>> (acceso 15/02/2012)
- Gilson H.C. 1939. Description of the expedition. In: *The Percy Sladen Trust Expedition to Lake Titicaca in 1937*. Transactions of the Linnean Society of London. 3, 1: 1-20.
- Gilson H.C. 1964. Lake Titicaca. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*. 15: 112-127.
- GW (Global Water Watch). 2010. Monitoreo Comunitario del Agua: monitoreo físico-químico y bacteriológico. Centro Internacional de Acuicultura y Ambientes Acuáticos Universidad de Auburn, Alabama, EEUU. Auburn, AL.
- Hinojosa A. 1982. Demanda bioquímica de oxígeno en el lago Titicaca bahía interior de Puno y Lago grande. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2007. Censos. <<http://desa.inei.gob.pe/Censos2007/tabulados/k>>. (Acceso 27/01/2012).
- Martinez C.B.R. & M.M. Souza. 2002. Acute effects of nitrite on ion regulation in two neotropical fish species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 133: 151-160. [http://dx.doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00144-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00144-7)
- Metcalf & Eddy. 1998. Ingeniería de Aguas Residuales, Tercera Edición, Editorial McGraw-Hill.
- Mollocondo H. 1995. Determinación de nutrientes; nitrógeno y fósforos relacionados con los parámetros abióticos en la bahía interior de Puno. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Mullin, J.B., y J.P. Riley. 1955. The Colorimetric Determination of Silicate with Special Reference to Sea and Natural Waters. *Analytica Chimica Acta* 12: 162-76. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)87825-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-2670(00)87825-3).
- Nordin R.N. & L.W. Pommen. 1986. Water quality criteria for nitrogen (nitrate, nitrite, and ammonia): Technical appendix. Water Quality Criteria. Water Management Branch, British Columbia Ministry of Environment and Parks. Victoria, BC. 83 pp.
- Northcote T., P. Morales, D. Levy, et al. 1989. Pollution in lake Titicaca, Peru: training research and management. Westwater research centre, University British Columbia, Vancouver. Canada.
- Northcote T., P. Morales, D. Levy, et al. 1991. Contaminación en el Lago Titicaca, Perú: Capacitación, investigación y manejo. Westwater research centre, University of British Columbia, Vancouver. Canada.
- NRC (National Research Council). 1978. Nitrates: An Environmental Assessment. Scientific and Technical Assessments of Environmental Pollutants. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 723 pp.
- Ocola S.J. & C.J. Torres. 1997. Informe de Evaluación de la eutrofización sobre el comportamiento de la flora acuática en la bahía interior de Puno.
- Pineda D. 1997. Influencia de la eutrofización en la distribución espacial de ictiofauna en la bahía interior de Puno. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Prat N., A. Munné, M. Rieradevall, et al. 1999. La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera. Informe 1997. Estudi de la qualitat ecològica dels rius. Àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona. 154 pp.
- RM N°. 003-2002-PE. 2002. Protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor. Ministerio de Pesquería. 13 de enero de 2002. El Peruano Normas Legales: 215564-215582.
- Richerson P.J., C. Widmer, T. Kritel & et al. 1975. A survey of the physical and chemical limnology of Lake Titicaca. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*. 19: 1498-1503.
- Sarmiento A. 1984. Determinación de nutrientes: Nitrógeno y fosforo en la bahía interior de Puno. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Strickland J.D. & T.R. Parsons. 1968. A manual of seawater analysis. Research Board of Canada. Bull N° 125.
- Strickland J.D. & T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin of Fishery Research. Bd. Canada. 310 pp.
- UNEPGEMS (United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System). 2008. Water Quality for Ecosystem and Human Health, 2nd Edition.
- USGS (U.S. Geological Survey). 1999. The quality of our nation's waters: Nutrients and pesticides. Report No. 1225. U.S. Geological Survey. Reston, VA. pp. 1-82.
- Wetzel R. 1981. Limnología. Editorial Omega S. A. España. 679 pp.

NOTA CIENTÍFICA

Contribución al conocimiento de los malófagos (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) de aves peruanas. Parte 1

Contribution to the knowledge of the Mallophaga (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) of the Peruvian birds. Part 1

Luis A. Gomez-Puerta^{1*} y Nelly G. Cribillero²

***Autor para correspondencia**

1 Laboratorio de Epidemiología y Economía Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800, San Borja. Lima, Perú.

2 Laboratorio de Patología Aviar. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800, San Borja. Lima, Perú.

E-mail Luis Gomez-Puerta: lucho92@yahoo.com

E-mail Nelly Cribillero: giovanna06@yahoo.com

Resumen

En el presente trabajo se reporta nueve especies de malófagos colectados de aves peruanas. Dos malófagos Amblycera: *Heteromenopon laticapitis* y *Menacanthus pici*, así como siete malófagos Ischnocera: *Alcedoffula theresae*, *Brueelia brunneinucha*, *Chelopistes meleagridis*, *Columbicola columbae*, *Paragoniocola aratingae*, *Penenirmus jungens* y *Saemundssonina (Saemundssonina) lari*, fueron determinados mediante el diagnóstico morfológico. Se realiza una breve descripción de cada malófago, así como la discusión de sus hospederos y distribución.

Palabras claves: Piojos; malófagos; Amblycera; Ischnocera; aves peruanas.

Abstract

Nine species of Mallophaga from Peruvian birds are reported in this work. Two Mallophaga Amblycera: *Heteromenopon laticapitis* y *Menacanthus pici*, as well as seven Mallophaga Ischnocera: *Alcedoffula theresae*, *Brueelia brunneinucha*, *Chelopistes meleagridis*, *Columbicola columbae*, *Paragoniocola aratingae*, *Penenirmus jungens* y *Saemundssonina (Saemundssonina) lari*, were identified morphologically. A brief description of each chewing lice and discussion about their hosts and distribution is done.

Keywords: Chewing lice; Mallophaga; Amblycera; Ischnocera; Peruvian birds.

Citación:

Gomez-Puerta L.A. & N.G. Cribillero. 2015. Contribución al conocimiento de los malófagos (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) de aves peruanas. Parte 1. Revista peruana de biología 22(3): 341 - 346 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11441>

Información sobre los autores:

LAGP, NGC: realizaron los análisis, redactaron y aprobaron el manuscrito. Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Presentado: 10/06/2015

Aceptado: 17/11/2015

Publicado online: 18/12/2015

Permisos de colecta:

No aplica.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Los insectos del orden Phthiraptera, conocidos comúnmente como piojos, son ectoparásitos obligados de mamíferos y aves. El orden está dividido en cuatro subordenes: Amblycera, Ischnocera, Rhynchophthirina y Anoplura, las tres primeras corresponden a piojos masticadores, comúnmente conocidos como malófagos (Price et al. 2003). Las aves son parasitadas exclusivamente por piojos malófagos (Amblycera e Ischnocera) y se ha demostrado que estos parásitos tienen un impacto negativo en sus hospederos. Esto debido a que los malófagos pueden actuar como vectores de diversos patógenos como rickettsias, protozoos, filarias y virus (Bowman 2014).

El Perú es uno de los países que presenta una rica diversidad de aves, contando con más de 1800 especies en su territorio (Schulenberg et al. 2007). A pesar de esto, los estudios sobre malófagos parásitos de aves peruanas son pocos (Price et al. 2003). Por lo tanto, el presente trabajo inicia el registro de malófagos de aves peruanas analizadas en nuestros laboratorios, con la finalidad de actualizar el conocimiento de estos parásitos y contribuir a su identificación, para lo cual se incluyen comentarios con una breve descripción morfológica de cada especie.

Material y métodos

Los especímenes estudiados en el presente trabajo fueron colectados directamente de los hospederos y preservados en etanol al 70% en viales debidamente rotulados. Los hospederos corresponden a especies silvestres halladas muertas en sus hábitats, especies consideradas mascotas y aves en cautiverio. La información sobre las localidades de colecta es mencionada en la sección de procedencia de Resultados.

Para el estudio morfológico se utilizó la metodología propuesta por Palma (1978). La técnica consiste en aclarar el ejemplar en una solución de Hidróxido de Potasio (KOH) (Merck, Perú) al 20%, luego las muestras son deshidratadas en series sucesivas de etanol hasta etanol absoluto y clarificadas en Eugenol (Merck, Perú) por 24 horas. Posteriormente las muestras fueron montadas en láminas portaobjeto usando Bálsamo de Canadá (Merck, Perú). Para la descripción morfológica de los ejemplares, se tomaron fotografías usando un microscopio Carl Zeiss, Axioskop 40. Las medidas se obtuvieron utilizando el software Leica IM50 Versión, 4.0 R117. Las características métricas están expresadas en micrómetros y en rango, al menos que se indique lo contrario.

La nomenclatura taxonómica utilizada para los malófagos sigue a Price et al. (2003). La nomenclatura taxonómica de los hospederos sigue a Schulenberg et al. (2007). Parte de las muestras examinadas se encuentran depositadas en la Colección Helminológica y de Invertebrados Relacionados del Museo de Historia Natural de la UNMSM (MUSM) Lima, Perú.

Resultados

ORDEN: PHTHIRAPTERA
SUBORDEN: AMBLYCERA
FAMILIA: MENOPONIDAE
GÉNERO: *HETEROMENOPON* CARRIKER, 1954

1. *Heteromenopon laticapitis* Carriker, 1963

Figura 1A

Hospedero: Cotorra de ojo blanco (*Psittacara leucophthalmus* Statius Muller, 1776 sin. *Aratinga leucophthalmus*)

Material estudiado: 3 machos adultos, 1 hembra adulta

Procedencia: Distrito de San Borja, Lima, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3225

Comentario.- Las características morfológicas de los malófagos estudiados coinciden con las descripciones realizadas por Price y Beer (1967), concluyendo que la especie corresponde a *H. laticapitis*. En el macho la longitud total del cuerpo oscila entre 1773 – 1915. El largo de la cabeza mide entre 308 – 323, ancho preocular 385 – 415 y ancho occipital 507 – 537. El largo del protórax mide entre 323 – 341 y del pterotórax 473 – 512. La medida del largo y ancho del abdomen son 1043 – 1183 y 629 – 701, respectivamente. Respecto a la hembra, la longitud total del cuerpo es 2215. La cabeza tiene 340 de largo, el ancho preocular 384 y ancho occipital 561. El largo del protórax y pterotórax son 413 y 576, respectivamente. El abdomen tiene un largo de 1418 y ancho máximo de 879.

Las especies del género *Heteromenopon* son ectoparásitos exclusivos de aves psitacíformes neotropicales, así como de aves de los géneros *Nestor* Lesson, 1830 de Nueva Zelanda y *Strigops* G.R. Gray, 1845 de Australia (Price et al. 2003). *Heteromenopon laticapitis* es un malófago que también ha sido registrado en otras aves psitácidas como *Aratinga auricapillus* (Kuhl, 1820), *Diopsittaca nobilis* (Linnaeus, 1758) (Sin. *Ara nobilis*), *Eupsittula aurea* (Gmelin, 1788) (Sin. *Aratinga aurea*), *Psittacara finschi* (Salvin, 1871) (Sin. *Aratinga finschi*), *Psittacara holochlorus* (Sclater, 1859) (Sin. *Aratinga holochlora*) y *Thectocercus acuticaudatus* (Vieillot, 1818) (Sin. *Aratinga acuticaudata*) (Price et al. 2003, Aramburú 2012).

GÉNERO: *MENACANTHUS* NEUMANN, 1912

2. *Menacanthus pici* Denny, 1842

Figura 1B

Hospedero: Carpintero andino (*Colaptes rupicola* D'Orbigny, 1840)

Material estudiado: 4 machos adultos, 5 hembras adultas

Procedencia: Distrito de Marangani, Cusco, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3226

Comentario.- Los especímenes estudiados coincidieron con las descripciones morfológicas descritas por Castro y Cicchino (1978). El espécimen macho tuvo 1576 de longitud total del cuerpo y 304 de largo de la cabeza. Ancho preocular fue 359 y el ancho occipital fue 560. El protórax tuvo un largo de 478, y el pterotórax tuvo un largo de 522. El abdomen presento 913 y 695 de largo y ancho, respectivamente. Las hembras presentaron una longitud total del cuerpo de 1827 – 1830. El largo de la cabeza fue de 300 – 301, el ancho preocular tuvo un rango de 361 – 364 y el ancho occipital de 547 – 557. La longitud del protórax y pterotórax fue de 492 – 511 y 569 – 580, respectivamente. El largo del abdomen midió entre 1068 – 1072 y el ancho entre 815 – 818.

En 1967, Carriker reportó una nueva especie de malófago colectado de un *Colaptes rupicola* proveniente de Puno, en Perú, y lo denominó *Menacanthus punensis*. Posteriormente, Price y Emerson (1975) al realizar un estudio sobre el género *Menacanthus* de aves Picidae, consideraron a *M. punensis* sinónimo de

M. pici, especie descrito por Denny (1842). *Menacanthus pici* es una especie registrada en una lista amplia de aves del orden Piciformes. Actualmente, la lista de hospederos para *M. pici* incluye a aves de los géneros *Aydesmus*, *Colaptes*, *Dendrocopus*, *Dryocopus*, *Megalaima*, *Melanerpes*, *Picoides*, *Picus*, *Sphyrapicus* y *Zoothera* (Thompson 1950, Castro y Cicchino 1978, Rékási 1993, Palma y Jensen 2005, Gonzalez-Acuña et al. 2014).

ORDEN: PHTHIRAPTERA

SUBORDEN: ISCHNOCERA

FAMILIA: PHILOPTERIDAE

GÉNERO:

ALCEDOFFULA CLAY Y MEINERTZHAGEN, 1939

3. *Alcedoffula theresae* Tendeiro, 1967

Figura 1C

Hospedero: Martín pescador grande (*Megaceryle torquata* Linnaeus, 1766)

Material estudiado: 3 machos adultos

Procedencia: Distrito de San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3227

Comentario.- Las medidas y características morfológicas de los especímenes estudiados coinciden con las descripciones realizadas por Tendeiro (1967). Macho: longitud total del cuerpo 1477 – 1592, largo de la cabeza 488 – 508, ancho preocular 284 – 329 y ancho occipital 456 – 462. Largo del protórax y pterotórax 273 – 275 y 368 – 382, respectivamente. Largo de abdomen 756 – 861 y ancho del abdomen 517 – 552.

El género *Alcedoffula* está conformado por 19 especies ectoparásitos de aves alcedinos o alcedines (Price et al. 2003). Estas aves pertenecen al orden Coraciiformes en la cual hallamos a los martines pescadores, martines cazadores, cucuburras y alciones (Carriker 1959). El presente hallazgo representa el primero registro de *A. theresae* parasitando el Martín pescador grande en Perú.

GÉNERO: **BRUEELIA KÉLER, 1936**

4. *Brueelia brunneinucha* Cicchino, 1983

Figura 1D

Hospedero: Zaña (*Mimus longicaudatus* Tschudi, 1844)

Material estudiado: 3 machos adultos, 3 hembras adultas

Procedencia: Distrito de Tumbes, Tumbes, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3228

Comentario.- Las medidas y características morfológicas de los especímenes estudiados coinciden con las descripciones realizadas Cicchino (1983), concluyendo que la especie corresponde a *B. brunneinucha*. El macho adulto se caracteriza por tener entre 1500 – 1541 de longitud total del cuerpo, 417 – 434 de largo de la cabeza, 322 – 333 de ancho preocular y 393 – 417 de ancho occipital. El largo del protórax y pterotórax son 233 – 250 y 367 – 382, respectivamente. El abdomen tiene un largo de 867 – 932 y un ancho de 577 – 590. La hembra tiene una longitud total del cuerpo de 1695 – 1806. La cabeza tiene 451 – 453 de largo, 341 – 369 de ancho preocular y 439 – 447

de ancho occipital. El protórax mide 244 – 259 de largo y el pterotórax 388 – 393. El abdomen tiene 1024 – 1153 de largo y 598 – 619 de ancho máximo.

Brueelia brunneinucha ha sido registrada en una variedad de aves paseriforme, principalmente de la familia Mimidae Bonaparte, 1853 (Price et al. 2003). Dentro de su lista de hospederos tenemos a *Arremon brunneinucha* Lafresnaye, 1839 (Sin. *Atlapetes brunneinucha*), *Dumetella carolinensis* Linnaeus, 1766, *Melanotis hypoleucus* Hartlaub, 1852, *Mimus gilvus* Vieillot, 1808, *Mimus gundlachii* Cabanis, 1855, *Mimus longicaudatus*, *Mimus polyglottos* Linnaeus, 1758 y *Ramphocinclus brachyurus* Vieillot, 1818 (Price et al., 2003; Chicchino, 1986). *Brueelia brunneinucha* ha sido registrada en aves de los Estados Unidos, Las Bahamas, Jamaica, Puerto Rico, Guatemala, Guayana Británica, Venezuela, Colombia y Ecuador (Chicchino, 1986). El presente hallazgo representa el primer registro de *B. brunneinucha* para el Perú.

GÉNERO: **CHELOPISTES KÉLER, 1939**

5. *Chelopistes meleagridis* Linnaeus, 1758

Figura 1E

Hospedero: Pavo doméstico (*Meleagris gallopavo* Linnaeus, 1758)

Material estudiado: 2 machos adultos, 2 hembras adultas

Procedencia: Distrito de Tumbes, Tumbes, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3229

Comentario.- Los especímenes fueron identificados como *Ch. meleagridis* de acuerdo a las características morfológicas realizadas por Naz et al. (2003). Macho: longitud total del cuerpo 3720 – 3873, largo de la cabeza 847 – 864, ancho preocular 835 – 836, ancho occipital 1431 – 1444. Largo del protórax 646 – 665, largo del pterotórax 1105 – 1108. Largo de abdomen 2176 – 2300, ancho del abdomen 1534 – 1621. Hembra: longitud total del cuerpo 3392 – 3635, largo de la cabeza 775 – 818, ancho preocular 844 – 920, ancho occipital 1299 – 1383. Largo del protórax 605 – 652, largo del pterotórax 1062 – 1095. Largo de abdomen 2145 – 2262, ancho del abdomen 1730 – 1778.

El género *Chelopistes* se encuentra conformado con aproximadamente 35 especies alrededor del mundo (Price et al. 2003, Naz & Rizvi 2012). Estos malófagos parasitan aves del orden Galliformes, incluyendo aves de la familia Cracidae y Phasianidae (Price et al., 2003). En la región Neotropical, se les encuentra parasitando principalmente a aves de la familia Cracidae (Emerson 1960, 1962). *Chelopistes meleagridis* es un malófago muy estudiado debido a que es un malófago común de pavos silvestres y domésticos (*M. gallopavo*).

GÉNERO: **COLUMBICOLA EWING, 1929**

6. *Columbicola columbae* Freire y Duarte, 1944

Figura 1F

Hospedero: Paloma (*Columba livia* Gmelin, 1789)

Material estudiado: 3 machos adultos

Procedencia: Distrito de San Borja, Lima, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3230

Comentario.- La descripción morfológica de los malófagos estudiados coincide con la descripción para *C. columbae* realizada por Clayton y Price (1999). Macho: longitud total del cuerpo 2151 – 2231, largo de la cabeza 487 – 497, ancho preocular 230 – 232, ancho occipital 262 – 271. Largo del protórax 212 – 222, largo del pterotórax 272 – 325. Largo de abdomen 1274 – 1315, ancho del abdomen 333 – 352.

Las especies del género *Columbicola* se caracterizan por tener el cuerpo alargado y delgado. Así mismo, estas especies presentan un claro dimorfismo sexual en base a las antenas, los machos presentan el tercer segmento de la antena (segmento proximal) más ancho y robusto en comparación que la hembra (Eichler 1952). Los malófagos del género *Columbicola* parasitan exclusivamente aves del orden Columbiformes (Price et al. 2003). En el Nuevo Mundo, *Columbicola* se encuentra conformado por 17 especies, incluyendo entre ellas a *C. columbae* (Clayton y Price 1999). *Columbicola columbae* es un ectoparásito cosmopolita propio de la paloma bravía (*Columba livia*) (Price et al. 2003).

GÉNERO:

PARAGONIOCOTES CUMMINGS, 1916

7. *Paragoniocotes aratingae* Guimarães, 1947

Figura 1G

Hospedero: Cotorra de ojo blanco (*Psittacara leucophthalmus* Statius Muller, 1776 sin. *Aratinga leucophthalmus*)

Material estudiado: 5 hembras adultas

Procedencia: Distrito de San Borja, Lima, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3231

Comentario.- El diagnóstico de la especie *P. aratingae* se basó únicamente analizando morfológicamente especímenes hembras, las cuales coincidieron con las descripciones realizadas Guimarães (1947). Las hembras presentaron 1422 – 1485 de longitud total del cuerpo. Las dimensiones de la cabeza fueron 334 – 349 de largo, 260 – 287 de ancho preocular y 337 – 344 de ancho occipital. El protórax tuvo 202 – 238 de largo, y el pterotórax 316 – 351. El largo y ancho del abdomen fueron 836 – 921 y 515 – 550, respectivamente.

Las especies del género *Paragoniocotes* únicamente parasitan aves psittaciformes neotropicales. Actualmente, el género consta con aproximadamente 32 especies dentro de las cuales hallamos a *P. aratingae* (Price et al., 2003). Este malófago ha sido descrito en loros *Eupsittula cactorum* (Kuhl, 1820) (Sin. *Aratinga cactorum*) y *Eupsittula aurea aurea* (Gmelin, 1788) (Sin. *Aratinga aurea aurea*) de Argentina y Brasil (Valim 2009, Arambur 2012), el presente hallazgo representa el primer registro en la cotorra de ojo blanco *P. leucophthalmus*.

GÉNERO:

PENENIRMUS CLAY Y MEINERTZHAGEN, 1938

8. *Penenirmus jungens* Kellogg, 1896

Figura 1H

Hospedero: Carpintero andino (*Colaptes rupicola* D'Orbigny, 1840)

Material estudiado: 3 machos adultos, 3 hembras adultas

Procedencia: Distrito de Marangani, Cusco, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3232

Comentario.- Las medidas y características morfológicas de los especímenes estudiados coinciden con las descripciones realizadas por Emerson y Johnson (1961), así como de Dalglish (1972). Los machos tienen una longitud total del cuerpo de 1909 – 2081, largo de la cabeza 537 – 588, ancho preocular 393 – 404, y ancho occipital 511 – 563. El protórax tiene un largo de 305 – 324 y el pterotórax 499 – 565. El abdomen tiene una longitud de 1104 – 1199, con un ancho máximo de 715 – 814. En las hembras: longitud total del cuerpo 2357 – 2435, largo de la cabeza 611 – 631, ancho preocular 463 – 521, ancho occipital 659 – 617, largo del protórax 304 – 346, largo del pterotórax 591 – 631, largo de abdomen 1476 – 1540, ancho del abdomen 879 – 939.

El género *Penenirmus* son malófagos que parasitan aves de las órdenes Passeriformes y Piciformes (Price et al. 2003). Las especies del género *Penenirmus* van a presentar características morfológicas externas variables entre la misma especie (Emerson y Johnson 1961, Dalglish 1972). Estas diferencias se observan con mayor grado en las especies ectoparásitos de aves passeriformes. *Penenirmus jungens* ha sido registrado en el carpintero escapulario o carpintero de pechera (*Colaptes auratus* Linnaeus, 1758) proveniente de Estados Unidos; en el pitío, pitigüe o carpintero pitío (*Colaptes pitius* Molina, 1782) y en el carpintero andino (*C. rupicola*) (Emerson y Johnson 1961, Price et al. 2003).

GÉNERO:

SAEMUNDSSONIA TIMMERMANN, 1936

9. *Saemundssonina (Saemundssonina) lari* Fabricius (O), 1780

Figura 1I

Hospedero: Gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan* Wagler, 1831 sin. *Larus pipixcan*)

Material estudiado: 3 hembras adultas

Procedencia: Provincia de Huaral, Lima, Perú

Depósito de especímenes: MUSM 3233

Comentario.- Las medidas y características morfológicas de los especímenes estudiados coinciden con las descripciones realizadas por Yamagishi et al. (2014). Hembra: longitud total del cuerpo 1773 – 1974, largo de la cabeza 598 – 602, ancho preocular 409 – 419, ancho occipital 646 – 659, largo del protórax 398 – 455, largo del pterotórax 500 – 574, largo de abdomen 864 – 933, ancho del abdomen 920 – 969.

El género *Saemundssonina* se encuentra conformado por más de 100 especies y subespecies (Price et al. 2003). Son malófagos de cuerpo robusto y de tamaño medio (1.5 – 3.0 mm). Son ectoparásitos de una variedad de aves, principalmente del orden Charadriiformes (gaviotas, aves limícolas y caradrinos) (Price et al. 2003, Palma 2012). *Saemundssonina lari* ha sido registrado en 36 especies de aves de la familia Laridae, incluyendo la gaviota de Franklin (*L. pipixcan*) (Price et al. 2003). En el Perú, *S. lari* ha sido registrado en la gaviota reidora americana (*Leucophaeus atricilla* (Linnaeus, 1758), antes *Larus atricilla*) proveniente de Atocongo en Lima y en la gaviota de cola negra o gaviota peruana (*Larus belcheri* Vigors, 1829) proveniente de Pisco en Ica (Dale 1970).

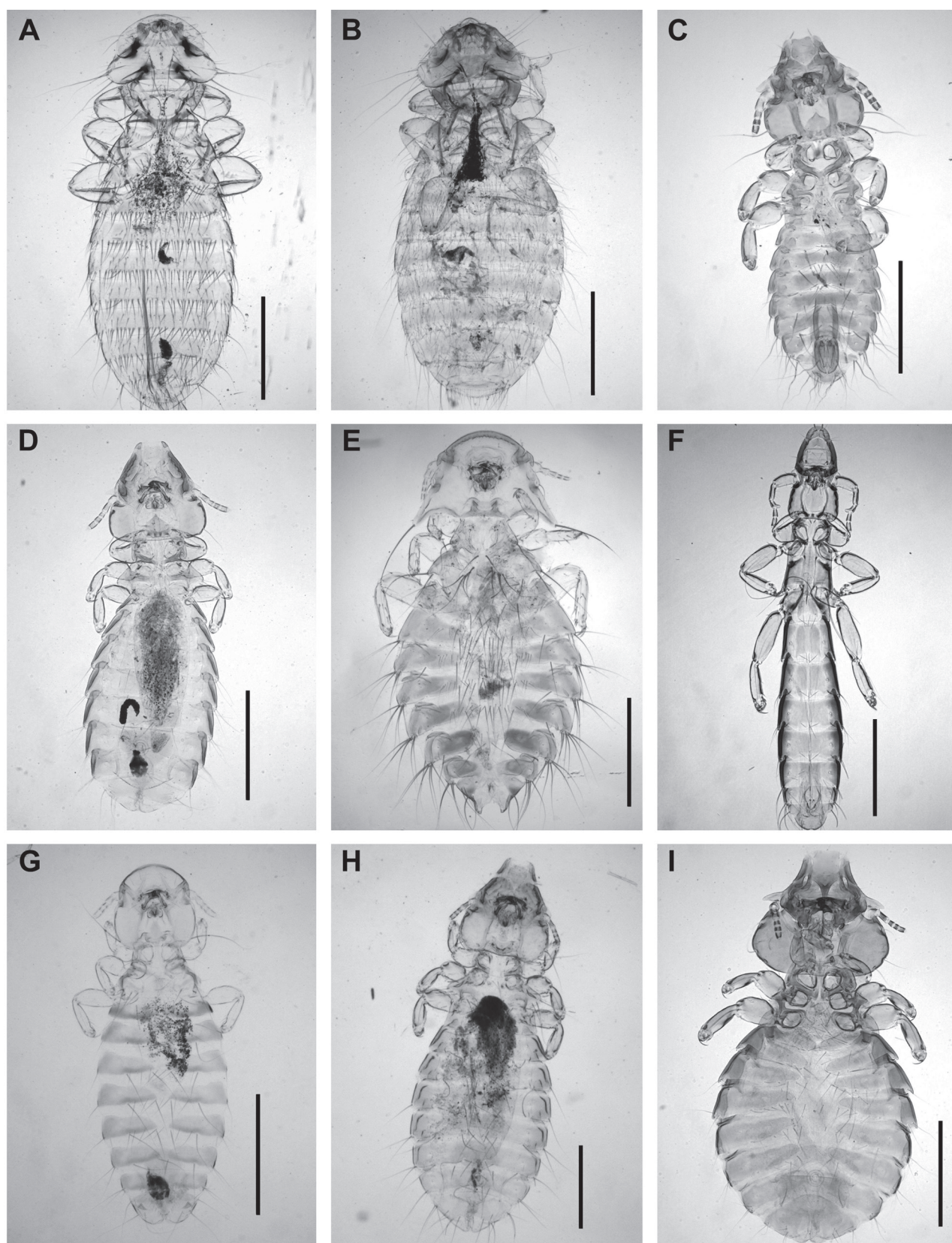


Figura 1. Malófagos colectados de aves peruanas. (A) *Heteromenopon laticapitis* macho. (B) *Menacanthus pici* hembra. (C) *Alcedoffula theresae* macho. (D) *Brueelia brunneinucha* hembra. (E) *Chelopistes meleagridis* hembra. (F) *Columbicola columbae* macho. (G) *Paragoniocolotes aratingae* hembra. (H) *Penenirmus jungens* hembra. (I) *Saemundssonina (Saemundssonina) lari* hembra. Escala A, B, C, D, G, H e I = 500µm. Escala E y F = 1000µm.

Literatura citada

- Aramburú R. 2012. Insectos parásitos que afectan a loros de Argentina y métodos para su obtención. *Hornero* 27: 103 – 116.
- Bowman D. D. 2014. *Georgis' Parasitology for Veterinarians*, 10th ed. Elsevier Inc. Philadelphia, USA. 496p.
- Castro D. C. & A. C. Cicchino. 1978. Contribución al conocimiento de los Malófagos Argentinos III. Sobre algunos Menoponidae de la avifauna bonaerense: *Menacanthus eurysternus* (Burmeister) y *M. pici* (Denny) (Insecta: Mallophaga). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 37: 77 – 83.
- Carriker M. A. Jr. 1959. New species of Mallophaga (*Alcedoffula* and *Philopterus*) from Columbia and the United States. *Neotropical miscellany* 12: 205 – 213.
- Cicchino A. C. 1983. Especies nuevas o poco conocidas del genero *Brueelia* Keler, 1936 (Mallophaga: Philopteridae) parasitas de Passeriformes, Piciformes y Trogoniformes (Aves) Americanos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 42: 283 – 303.
- Chicchino A. C. 1986. Notas sinonimias y hospedatorias referentes a las especies del genero *Brueelia* Keler 1936 (Phthiraptera Philopteridae) que parasitan Passeriformes de la familia Mimidae (Aves). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 44: 74 – 76.
- Clayton D. H. & R. D. Price. 1999. Taxonomy of New World *Columbicola* (Phthiraptera: Philopteridae) from the Columbi-formes (Aves), with descriptions of five new species. *Annals of Entomological Society of America* 92: 675 – 685. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/92.5.675>
- Dale W. 1970. Mallophaga (Hexapoda) en aves de la costa y sierra centrales de Perú. Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Nacional Agraria La Molina. 201p.
- Dalgleish R. C. 1972. The *Penenirmus* (Mallophaga: Ischnocera) of the Picidae (Aves: Piciformes). *Journal of the New York Entomological Society* 80: 83 – 104.
- Eichler W. 1952. Die Mallophagen – Synopsis. XXI. Genus *Columbicola*. *Zoologischer Anzeiger*, 148: 346 – 356.
- Emerson K. C. 1960. A new species of *Chelopistes* (Mallophaga) from Texas and Mexico. *Florida Entomologist* 43, 195 – 196. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3492787>
- Emerson K. C. 1960. Mallophaga (chewing lice) occurring on the turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society* 35: 196 – 201.
- Emerson K. C. & J. C. J. Johnson. 1961. The genus *Penenirmus* (Mallophaga) on North American woodpeckers. *Journal of the Kansas Entomological Society* 34: 34 – 43. doi: [10.2307/25083201](http://dx.doi.org/10.2307/25083201)
- González-Acuña D., K. Ardiles, L. Moreno, S. Muñoz, R. A. Vásquez, C. Celis, R. Rozzi & A. C. Cicchino. 2014. Lice species (Insecta: Phthiraptera) from Chilean picidae (Cves: Piciformes). *Entomological News* 124: 109 – 119. doi: <http://dx.doi.org/10.3157/021.124.0206>
- Guimarães L.R. 1947. Contribuição ao conhecimento dos Malófagos dos psitácidas brasileiros. I – Espécies da família Philopteridae (Ischnocera). *Arquivos de zoologia* 5: 243 – 309.
- Naz S., S. A. Rizvi & Z. Ahmad. 2003. Redescription of *Chelopistes meleagridis* (Linnaeus) (Phthiraptera: Ischnocera: Philopteridae) from Pakistan with reference to its morpho-taxonomical and genital studies. *Pakistan Journal of Entomology* 18: 29 – 35.
- Naz S. & S. A. Rizvi. 2012. New species of the genus *Chelopistes* (Ischnocera: Philopteridae) from Pakistan. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 15: 152 – 160. doi: [10.1016/j.aspen.2011.08.012](http://dx.doi.org/10.1016/j.aspen.2011.08.012)
- Palma R. L. 1978. Slide-mounting of lice: a detailed description of the Canada balsam technique. *New Zealand Entomologist* 6: 432 – 436. doi: [10.1080/00779962.1978.9722313](http://dx.doi.org/10.1080/00779962.1978.9722313)
- Palma R. L. & J-K. Jensen. 2005. Lice (Insecta: Phthiraptera) and their host associations in the Faroe Islands. *Steenstrupia* 29: 49 – 73.
- Palma R. L. 2012. Three new species of the louse genus *Saemundsonia* (Insecta: Phthiraptera: Philopteridae). *Zootaxa* 3478: 38 – 48.
- Price R. D., R. A. Hellenthal & R. L. Palma. 2003. World checklist of chewing lice with host associations and keys to families and genera. En: Price R. D., R. A. Hellenthal, R. L. Palma, K. P. Johnson & D. H. Clayton. (Ed). *The chewing lice: world checklist and biological overview*. Illinois Natural History Survey Special Publication 24: 1 – 448
- Price R. D. & J. R. Beer. 1967. The genus *Heteromenopon* (Mallophaga: Menoponidae), with description of a new subgenus and six new species. *Annals of the Entomological Society of America* 60: 328 – 338. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/60.2.328>
- Price R. D. & K. C. Emerson. 1975. The *Menacanthus* (Mallophaga: Menoponidae) of the Piciformes (Aves). *Annals of the Entomological Society of America* 68: 779 – 785. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/68.5.779>
- Rékási J. 1993. Bird lice (Mallophaga) parasiting the birds of Hungary. *Aquila*. 100:71 – 93.
- Schulenberg T. S., D. F. Stotz, D. F. Lane, J. P. O'Neill & T. A. Parker III. 2007. *Birds of Peru*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 660 p.
- Tendeiro J. 1967. Études sur les Mallophages parasites des Alcédinidés. II. Genre *Alcedoffula* Th. Clay et Meinertzhagen, 1939. Considerations finales. *Revista dos Estudos Gerais Universitários de Moçambique* 4: 195 – 295.
- Timmennann G. 1957: Studien zu einer vergleichenden Parasitologie der Charadriiformes oder Regenpfeifervogel. 1: Mallophaga. *Parasitologische Schriftenreihe* 8: 1 – 204.
- Thompson G. B. 1950. LXIII. A list of the type hosts of the Mallophaga and the lice described from them. *Annals and Magazine of Natural History (Series 12)* 3: 716 – 720. doi: [10.1080/00222935008654096](http://dx.doi.org/10.1080/00222935008654096)
- Valim M. P. 2009. Type specimens of lice (Insecta: Phthiraptera) held in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 49: 197 – 219. <http://dx.doi.org/10.1590/S0031-10492009001700001>
- Yamagishi A., I. Yao, K. P. Johnson & K. Yoshizawa. 2014. Comparisons of host specificity in feather louse genera (Insecta: Phthiraptera: Philopteridae) parasitizing gulls (Aves: Laridae: Larus). *Zoological Science* 31: 383 – 389. doi: [10.2108/zs130263](http://dx.doi.org/10.2108/zs130263)

Colofón

SUSCRIPCIONES Y CANJE

Subscriptions and Exchange programs

La Revista Peruana de Biología es publicada en abril, agosto y diciembre y esta dedicada a la publicación de los resultados de investigaciones originales e inéditas en las áreas de Biodiversidad, Biotecnología, Manejo ambiental, Ecología y Biomédicas. Los trabajos recibidos son evaluados por árbitros según criterios internacionales de calidad, creatividad, originalidad y contribución al conocimiento.

The Revista Peruana de Biología is published in April, August and December, the aims is to disseminate the results of original research in Biodiversity, Biotechnology, Environmental management, Ecology and Biomedical areas. Papers in Spanish or English are peer-reviewed using international criteria of quality, creativity, originality and the knowledge contribution.

Revista Peruana de Biología

Suscripción anual, costo incluye envío.

Annual subscription, mailing is included.

Perú 300 nuevos soles

Other countries US\$ 250

Nombre/*name*:.....

Dirección postal/*Full postal address*:

.....

.....

.....

.....

Favor de extender Cheque certificado u orden de pago a nombre de la **Facultad de Ciencias Biológicas-UNMSM**.

Please make check or money order payable to Facultad de Ciencias Biológicas-UNMSM.

Enviar a:

Send to:

Leonardo Romero

Editor, Revista Peruana de Biología

Facultad de Ciencias Biológicas-UNMSM

Casilla Postal: 11-0058

Lima-11,

Perú

Mayor información dirigirse a:

For further information contact:

Editor Jefe, Leonardo Romero

Teléfono (511) 619-7000-1502/ Telefax (511) 619-7000-1509

email: editor.revperubiol@gmail.com

PAUTAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS A LA REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA

IDENTIDAD Y PROPÓSITO

La REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA es una publicación científica arbitrada producida por el Instituto de Investigaciones de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú; es publicada tres veces al año y los números aparecen en abril, agosto y diciembre, tanto en su versión impresa como *online*.

La REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA publica artículos completos, originales e inéditos que contribuyan al conocimiento científico en los temas de biodiversidad, biotecnología, ecología, manejo ambiental y biomedicina elaborados según las normas indicadas en las presentes pautas.

EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos que cumplan con las pautas solicitadas serán incluidos en la lista para evaluación. Un editor será encargado de conducir el proceso enviando el trabajo a árbitros. El trabajo será evaluado según criterios internacionales de calidad, creatividad, originalidad y contribución al conocimiento. El artículo será aceptado luego del proceso de revisión por árbitros y de realizadas las modificaciones indicadas. El artículo aceptado será editado y una PRUEBA FINAL enviada al autor para la aceptación y consentimiento de publicación.

ACCESO ABIERTO Y LICENCIA DE USO

Los autores reconocen que la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA se adhiere a la política de ACCESO ABIERTO dando inmediato libre acceso a su contenido bajo el principio de: hacer disponible gratuitamente la investigación al público fomenta un mayor intercambio de conocimiento global. Los autores, en conocimiento que la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA tiene una política de Acceso Abierto (*Open Access*) aceptan las condiciones de la LICENCIA CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION-NON COMMERCIAL-SHARE ALIKE 4.0 INTERNATIONAL (CC BY-NC-SA 4.0) [<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>] que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra. Esta Licencia será colocada en toda forma y medio en los cuales el artículo se publique por la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA.

Todas las copias de los artículos de la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA, en papel o digitales, o cualquier otro uso de la información deberán incluir una cita de la fuentes de publicación en su totalidad.

CARTA DE PRESENTACIÓN

El trabajo será acompañado de una CARTA DE PRESENTACIÓN dirigida al Editor Jefe, indicando haber leído las presentes pautas para presentación de trabajos, asegurando la originalidad, carácter inédito y completo del trabajo presentado y su disposición para que sea revisado y editado.

Esta carta tendrá carácter de declaración jurada según lo estipulan las directivas del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos referidos a las autorías de trabajos publicados. Cada autor del trabajo deberá de enviar por correo electrónico al editor (editor.rev-perubiol@gmail.com) una CARTA DE PRESENTACIÓN del trabajo dando las garantías mencionadas anteriormente.

Las coordinaciones se llevarán entre el Editor Jefe y el RESPONSABLE DEL TRABAJO.

GUIDELINES FOR PAPERS TO REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA

FOCUS AND SCOPE

The REVISTA PERUANA DE BIOLOGIA is a peer reviewed scientific journal, published by Instituto de Investigaciones de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. It is published online and printed form in April, August and December.

The REVISTA PERUANA DE BIOLOGIA publishes original and unpublished articles on topics of biodiversity, biotechnology, ecology, environmental management and biomedicine. The works may be submitted in English or Spanish. The articles will be reviewed by referees according to international standards of quality, creativity, originality and contribution to knowledge.

MANUSCRIPTS EVALUATION

Manuscripts according to guidelines will be included in the list for evaluation. An editor will be responsible for conducting the process sending manuscript to referees. The work will be evaluated by international standards of quality, creativity, originality and contribution to knowledge. Item will be accepted after the review process undertaken by referees and the above amendments. The accepted manuscript will be published and the final proof sent to the author for acceptance and consent of publication.

OPEN ACCESS AND LICENSE AGREEMENT

The authors acknowledge that REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA adheres to the policy of open access giving immediate open access to its content on the principle: making research freely available to the public fosters a greater global exchange of knowledge. The authors, aware that REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA has a policy of open access (Open Access) accept the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) [<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>] that it allows you to copy, distribute and transmit the work. This License will be placed in all forms and media in which the article is published by REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA.

All copies of the Articles of REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA, on paper or digital, or any other use of the information should include a quote from the source publication in its entirety.

COVER LETTER

The work will be accompanied by an email message, of each of the authors, addressed to the Chief Editor, indicating that you have read the present guidelines, ensuring the originality, unpublished and complete character of the work presented and willingness to make it revised and edited.

This letter will have nature of an affidavit as stipulated by the directives of Vice Rectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos about authorship of published papers. The work must be submitted after review by all authors and due consent of each.

All arrangements will be carried between the Chief Editor and RESPONSIBLE FOR THE WORK.

Authorship Misconduct will be cause for stopping the process of editing [Read: Wager E. & Kleinert S. 2011. Responsible research publication: international standards for authors. A position statement developed at the 2nd World Conferen-

Malos comportamientos en las autorías serán motivo para detener el proceso de edición [ver: Wager E. & Kleinert S. 2011. Responsible research publication: international standards for authors. A position statement developed at the 2nd World Conference on Research Integrity, Singapore, July 22-24, 2010. Chapter 50 in: Mayer T. & Steneck N. (eds). Promoting Research Integrity in a Global Environment. Imperial College Press / World Scientific Publishing, Singapore (pp 309-16). (ISBN 978-981-4340-97-7)].

TODOS LOS AUTORES garantizan la calidad del trabajo mediante la CARTA DE PRESENTACIÓN, la carta será considerada una declaración jurada y debe afirmar que:

a. Garantizan que han leído las pautas de presentación y entendido los requerimientos legales y éticos que se mencionan en las PAUTAS PARA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS.

b. Garantizan que todos los datos contenidos son exactos y todos los hechos declarados proceden de observaciones o investigaciones realizadas por los autores.

c. Garantizan la autoría de todos los nominados en el trabajo y su participación de manera relevante en el diseño, ejecución y análisis y se responsabilizan por el trabajo publicado.

d. Garantizan que el trabajo presentado no presenta problemas de competencia en los resultados o conclusiones verídicas.

e. Garantizan que el manuscrito enviado, nunca ha sido publicado en su totalidad o en parte, en el idioma presentado o en cualquier otro idioma, y no se encuentra sometido otra revista.

f. Los autores garantizan que no infringieron leyes ni normas éticas o bioéticas nacionales ni internacionales en la elaboración del artículo.

g. Esta carta debe ser enviada por cada uno de los autores, por email debidamente firmada.

PRUEBA FINAL Y CARTA DE CONSENTIMIENTO

Una vez terminado el proceso de edición, el Editor Jefe de la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA enviará a los autores una PRUEBA FINAL del trabajo en formato PDF, para su revisión final; los autores deberán efectuar los cambios pertinentes, corregirán los errores de impresión y una vez subsanados los errores el autor responsable enviará la CARTA DE CONSENTIMIENTO para publicación del artículo, en la cual: acepta la publicación del trabajo en la Revista Peruana de Biología y está de acuerdo con la LICENCIA de uso.

LOS AUTORES RETIENEN SUS DERECHOS COMO:

a. Los derechos de marca y patente y derechos sobre cualquier proceso o procedimiento descrito en el artículo.

b. El derecho de compartir, copiar, distribuir (v.g.: en sus repositorios institucionales), ejecutar y comunicar públicamente la obra.

c. El derecho posterior a la publicación, de utilizar el artículo o cualquier parte de aquel, en una compilación impresa de sus propios trabajos, como ser una selección de escritos o notas para conferencias, en una tesis, o para ampliar el artículo a formato de libro para publicación, siempre que se haga cita de las fuentes de la publicación en su totalidad.

PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos pueden ser presentados en idioma inglés o castellano.

Los autores deben asegurarse que las ecuaciones matemáticas sean editables, no imágenes.

ce on Research Integrity, Singapore, July 22-24, 2010. Chapter 50 in: Mayer T. & Steneck N. (eds). Promoting Research Integrity in a Global Environment. Imperial College Press / World Scientific Publishing, Singapore (pp 309-16). (ISBN 978-981-4340-97-7)]

All authors guarantee the quality of work by letter, the letter will be considered a sworn statement and must state that:

to. Ensure that you have read submission guidelines and understand the legal and ethical requirements that are mentioned in the Guidelines for papers.

b. Ensure that all data contained are accurate and all the facts stated are derived from observations or research by the authors.

c. Ensure responsibility for all nominees at work and its relevant participation in the design, execution and analysis and take responsibility for the published work.

d. Ensure that the work presented no competition concerns expressed in the results or conclusions.

e. Ensure that the submitted manuscript has never been published in full or in part, in the language submitted or in any other language, and is not subjected another journal.

f. The authors guarantee that violated no laws or ethical standards or national or international bioethics in preparing the article.

g. This letter should be sent by each of the authors, duly signed by email.

FINAL PROOF AND CONSENT LETTER

Once the editing process is completed, the Chief Editor of REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA send to Responsible for the work a final work in PDF format, for final review; authors should make the relevant changes will correct printing errors and after correction of the errors the responsible author send the letter of consent for publication of the article, in which: accepts the publication of the work in the Peruvian Journal of Biology and is of According to the license.

Authors retain their rights as:

a. The rights and patent rights to any process or procedure described in the article.

b. The right to share, copy, distribute (eg institucionales in their repositories) and transmit the work.

c. The subsequent right to the publication, use the article or any part thereof, in a printed compilation of his own works, such as collected writings or lecture notes, in a thesis, or to expand the article into book format for publication, always quoting sources published in full is made.

PRESENTATION OF FILES

Job files will be emailed to the editor:

editor.revperubiol@gmail.com

Papers can be submitted in English or Spanish.

Authors should ensure that the mathematical equations are editable, not images.

The work must have three basic parts: (a) identification, (b) body and (c) literature cited .

(A) THE IDENTIFICATION

Must contain :

TITLE (in English and Spanish) , written in high and low , with a length of no more than 150 characters, including

El trabajo debe tener tres partes básicas: (a) IDENTIFICACIÓN, (b) CUERPO y (c) LITERATURA CITADA

(A) LA IDENTIFICACIÓN

Debe contener OBLIGATORIAMENTE:

- **Título** (en inglés y castellano), escrito en altas y bajas.
- **Nombre y apellido** del autor o los autores. Autor deben ser considerados las consideraciones del *International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)*. *Authorship and Contributorship*. http://www.icmje.org/ethical_1author.html.
- **Afiliación institucional** de los autores. Se refiere a la institución o instituciones que produjeron la investigación. En el caso de proceder de una tesis, la institución es la unidad académica. También debe incluirse la dirección postal de la institución, correo electrónico de cada uno de los autores, e indicar la dirección postal actual del autor para correspondencia.
- **Resumen** no mayor de 250 palabras (en inglés y castellano),
- **Palabras clave**, cinco (en inglés y castellano).
- **contribución de los autores** en el trabajo presentado y una declaración sobre en conflicto de intereses (<<http://www.elsevier.com/?a=163717>>).
- **Fuente de financiamiento**. Debe indicarse la fuente de financiamiento del trabajo, e incluir el código o número de referencia.
- **Agradecimientos**. Deben dedicarse solamente a las personas e instituciones que colaboraron directamente en la realización del trabajo.

(B) EL CUERPO DEL TRABAJO.

Según la sección de la Revista:

TRABAJOS ORIGINALES. Son artículos primarios, inéditos que exponen los resultados de trabajos de investigaciones completas y finales, y que constituyen aportes al conocimiento. Aquí también se incluyen las descripciones de especies nuevas, que cumplan con las **NORMAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN EN LOS TRABAJOS** (ver abajo). El cuerpo está organizado en: INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN (RESULTADOS, DISCUSIÓN). Debe abarcar un texto promedio de 40 páginas, las ilustraciones (Tablas y Figuras) deben ser sólo las necesarias para una mejor exposición de los resultados.

NOTAS CIENTÍFICAS. Son artículos primarios, se incluyen aquí: Trabajos de interés taxonómico como reportes de distribución, inventarios taxonómicos, notas taxonómicas, con la información necesaria para cubrir los estándares de *Darwin core*. También se incluyen resultados de ensayos de laboratorio, cuya información es de interés para la comunidad científica. La extensión del texto no será mayor de 20 páginas. El cuerpo de la Nota puede estar organizada: Introducción, Material y métodos, Resultados y Discusión y Agradecimientos.

COMENTARIOS. Son artículos donde se discute y exponen temas o conceptos de interés para la comunidad científica. Se incluyen aquí ensayos de opinión y monografías. Deben contar con las siguientes partes: cuerpo del comentario y Agradecimientos. Todo el artículo debe tener un texto promedio de 10 páginas.

COMENTARIOS DE LIBROS. Son artículos que comentan recientes publicaciones de interés para la comunidad científica. Puede solicitarse al Comité Editor la elaboración de un comentario enviando dos copias del libro a la dirección postal de la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA.

spaces. **FULL NAME OF THE AUTHOR OR AUTHORS** . **INSTITUTIONAL AFFILIATION OF AUTHORS** , address of the institution, email each of the authors, and indicate the address of the corresponding author . **ABSTRACT** of no more than 250 words (in English and Spanish) , **KEYWORDS** , five (in English and Spanish) .

ADDITIONAL INFORMATION

Must contain : **INFORMATION ON THE CONTRIBUTION** of each of the authors and not any conflict of interest. Source of funding. **THE SOURCE OF FUNDING** for the work should be indicated , and include the code or reference number. **ACKNOWLEDGEMENTS:** Should be devoted only to individuals and institutions that collaborated directly in the performance of work .

(B) THE BODY OF WORK

It will vary according to the section of the Journal :

Articles. They are primary articles, unpublished results exhibiting work of complete and final investigations, which are contributions to knowledge. Descriptions of new species are also included, must be have the international standards characteristics of the information. Body is organized in: Introduction, Methods , Results and Discussion (Results , Discussion) . An average of 40 pages of text in length, illustrations (tables and figures) should only be necessary for a better presentation of the results._

Notes. Are primary articles, are included here: interest taxonomic works (distribution reports, taxonomic inventories, taxonomic notes), the information must have the standards of Darwin core. Results of screening are also included, which information is of interest to the scientific community. The text should not be longer than 15 pages. The body of the note can be organized : Introduction, Methods , Results and Discussion, and Acknowledgments.

Comments. These are articles that discuss and expose themes or concepts of interest to the scientific community. Opinion essays and papers are included here. Must have the following parts: body of Comment and Acknowledgements. All item must have an average of 10 pages text.

Reviews of Books. Articles that discussed recent publications of interest to the scientific community. Available from the Editor Committee to draw up a comment by sending two copies of the book to the address of the Peruvian Journal of Biology.

CITING IN THE TEXT

Citations in the text should include the author's name and year without comma separating them. Examples: ... (Carrillo 1988) or " ... according to Sánchez (1976) ... " When two authors are cited in the text used the conjunction "and" ... the nitrogen concentration was measured according to Rios and Castro (1998) When brackets are cited the "&" symbol is used ... nitrogen by the colorimetric method (Rios & Castro 1998) was measured Several quotes in brackets are separated by commas, in sequence of importance: ... the diversity of species is considered high (Simoniz 1968, Perez 2012, Aquino 1988). If there are several works by the author in the same year, use letters to identify the respective year, example : ... Castro (1952a) ... (Rojas 2000a, 2003c) Institutional Authors (FAO, MINAM , etc. .) are listed with their abbreviations, initials and dates (e.g. FAO 2009, MINAM 2012), in references [Literatura cited] were placed in parentheses the meaning. Quotations of laws and regulations: quoted indicating their category and number. For example, " as stated in Law No. 26821 ... " When there are more than two authors, cite the first author and " et al. " Be placed without italics: (e.g. Smith et al. 1981) Or "... according to Smith et al. (1981)". Direct or quotations must be made quotation marks in the text

Citas en el texto

Las citas en el texto deben incluir el apellido del autor y año **sin comas** que los separen. Ejemplos:

... (Carrillo 1988) o «... de acuerdo a Sánchez (1976) ...»

Cuando dos autores son citados en el texto se usa la conjunción "y": ...la concentración de oro fue medida según Rios y Castro (1998)....

Cuando son citados entre paréntesis se usa el símbolo "&": ... de nitrógeno se midió por el método colorimétrico (Rios & Castro 1998)....

Citas de varias referencias entre paréntesis, van separadas por comas, en secuencia de importancia: ... la diversidad de especies es considerada elevada (Simoniz 1968, Perez 2012, Aquino 1988).

Si hay varios trabajos de un autor en un mismo año, se citará con una letra en secuencia adosada al año, ejemplo: ... Castro (1952a) ... (Rojas 2000a, 2003c)

Autores institucionales (FAO, MINAM, etc.) se citan con sus siglas o iniciales y las fechas (por ejemplo: FAO 2009, MINAM 2012), en las referencias ubicadas en la sección LITERATURA CITADA se colocaran estas iniciales y en paréntesis el significado.

Citas de leyes y normas: se citan indicando su categoría y el número. Por ejemplo: "tal como se indica en la Ley N.º 26821..."

Cuando hay más de dos autores se citará al primer autor y se colocará "et al." sin itálicas: (e.g. Smith et al. 1981) o "... según Smith et al. (1981)".

Citas directas o literales se deben hacer entre comillas dentro del texto cuando son menos de 40 palabras, idiomas diferentes al texto en itálicas, indicar página del extracto:

... en cambio Robert Francis lo describe equivocadamente "con costillas radiales muy poco insinuadas cruzadas por estrías concéntricas de crecimiento muy finas lo que le da aspecto liso" (Francis 1971, p: 234).

Citas directas o literales de más de 40 palabras, deben separarse del texto en un párrafo sangrado, ejemplo:

... Accioly (2003), señala que:

"In many animal groups, early sex identification has enormous biotechnological value and is related with management practices that increase production. Moreover, dimorphic characters are useful in the taxonomic and ecological aspects. The sexual dimorphism is associated with functional structures related to adaptation in this species ... Subsequent researches based on these data will enable to estimate sexual differentiation during early ontogenetic phases subsidizing protocols to obtain monosex stocks with significant impact on commercial production" (p: 20).

(C) LA LITERATURA CITADA

Incluirá todas las referencias citadas en el texto dispuestas solamente en orden alfabético y sin numeración. La cita se inicia con el apellido del primer autor a continuación, sin coma, las iniciales del nombre separadas con puntos y sin espacio. El segundo y tercer autor deben de tener las iniciales de los nombre y a continuación el apellido. El último autor se diferenciara por que le antecede el símbolo &. Si hubiesen más de tres autores pueden ser indicados con la abreviatura et al.

Los nombres de las publicaciones periódicas (revistas) deben colocarse en extenso, NO ABREVIADAS.

El código DOI en forma extendida debe ser colocado al final de la referencia, por ejemplo:

doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252006000200004>

En referencias electrónicas que procedan de repositorios o páginas Web que no tengan identificadores persistentes (v.g.: Sistema Handle) debe de indicarse la fecha de acceso.

Las normas legales peruanas deben de referirse a su versión impresa publicada en las separatas de Normas Legales del Peruano, indicando el título de la norma, la fecha de la publicación y las páginas.

when they are less than 40 words a different language to the text in italics, indicate page excerpt: ... instead Robert Francis describes it wrongly "with radial ribs little hinted crossed by concentric grooves growth of very thin which gives smooth appearance" (Francis 1971 , p: 234). Or direct quotations of more than 40 words should be separated from the text in a paragraph bleeding , eg

... Accioly (2003) notes that :

"In many animals groups , early sex identification has enormous biotechnological value and is related with That Increase production management practices . , Moreover , dimorphic characters are useful in the taxonomic and ecological aspects. The sexual dimorphism is Associated with structures related to functional adaptation ... In this species based on Subsequent researches These data will enable to estimate sexual differentiation During early ontogenetic phases subsidizing protocols to Obtain monosex stocks with significant impact on commercial production " (p: 20) .

(C) THE LITERATURE CITED

It will include all references cited in the text only arranged alphabetically without numbering. The event begins with the first author then no comma, the initials separated by dots without space. The second and third author should have the initials of the name and then the name. The last author differed that precedes the symbol &. If they had more than three authors may be indicated by the abbreviation et al. The names of periodicals (magazines) can go in the official abbreviation ISSN considered by code. The DOI code should be placed at the end of the reference. In the letter cited literature only normal, italic type is used , no small caps . Examples: [see below]

The quotes from newspaper articles should include volume, year, journal name and the respective DOI; otherwise they shall be omitted. Abstracts of academic events are not accepted (conferences, etc.).

STANDARDS AND CHARACTERISTICS OF THE INFORMATION IN THE WORK

The Revista peruana de Biología is adhered to the ethical concepts and best practices of publication referred in the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE - <http://publicationethics.org/>). Regarding the authorship, the Revista Peruana de Biología assume the veracity of the cover letter and the letter of consent from publication.

When the article expose experiments on humans and animals, the procedures must adhere to the Declaration of Helsinki of 1975 and current Peruvian law (Law 27265). Should be presented and the relevant statements explicitly mentioned in the text.

When the article expose new species, new records, biogeographic or taxonomic inventories extensions should be considered the required information in the Darwin Core. Deposit copies must also be entered in a recognized taxonomic institution , committed to the preservation of the material, to allow free access to the material , the relationship constantly publish material it has in custody and to provide the necessary information on the specimens when required. Rev peru biol are not considered private collections. The scientific names of genus and species go in italics. The first time that a body must be quoted with their full scientific name (genus, species and author); subsequently may be given only the generic name initial and full specific name. In the case of author abbreviations in botanical names can refer to the International Plant Names Index (IPNI - <http://www.ipni.org/>) data base TROPICS (<http://www.tropicos.org/>) and AlgaeBase (<http://www.algaebase.org/>).

En la literatura citada solamente se usa letra tipo normal, no itálica, no versalita. Ejemplos: [ver abajo]

Las citas de artículos en prensa deben incluir el volumen, el año, el nombre de la revista y el DOI respectivo; de lo contrario deberán ser omitidos.

No se deben citar resúmenes de eventos académicos (congresos y otros).

No se debe citar literatura gris.

NORMAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN EN LOS TRABAJOS

La edición de la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA se guía de los conceptos éticos (códigos de conducta <<http://publicationethics.org/resources/code-conduct>>) y buenas prácticas (<<http://publicationethics.org/resources/guidelines>>) de publicación mencionados en los lineamientos del COMMITTEE ON PUBLICATION ETHICS (COPE - <http://publicationethics.org/>). Respecto de la autoría, la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA asume la veracidad de la carta de presentación y de la carta de consentimiento de publicación.

Cuando el artículo exponga sobre experimentos con humanos y animales, los procedimientos deben de ceñirse a la Declaración de Helsinki de 1975 y a las leyes peruanas vigentes (Ley 27265). Deben ser presentadas las declaraciones pertinentes y mencionadas explícitamente en el texto.

Cuando el artículo exponga sobre nuevas especies, nuevos registros, ampliaciones biogeográficas o inventarios taxonómicos debe tomarse en cuenta la información requerida en el *Darwin Core*. También debe indicarse el DEPÓSITO DE LOS EJEMPLARES en una institución taxonómica reconocida, comprometida en la preservación del material, que permita el libre acceso al material, publique constantemente la relación del material que posee en custodia y que brinde la información necesaria sobre los ejemplares cuando sea requerido. No son consideradas las colecciones particulares.

Los nombres científicos del género y especie irán en cursivas. La primera vez que se cita un organismo deberá hacerse con su nombre científico completo (género, especie y autor); posteriormente podrá citarse solamente la inicial del nombre genérico y el nombre específico completo. Para el caso de las abreviaturas de autores en nombres botánicos pueden referirse al *International Plant Names Index* (IPNI - <http://www.ipni.org/>), la base de datos *TROPICOS* (<http://www.tropicos.org/>) y *AlgaeBase* (<http://www.algaebase.org/>).

Las localidades y puntos de colecta deben ser referenciadas geográficamente, usando COORDENADAS CARTESIANAS SEXAGESIMALES, tanto en el texto como en las ilustraciones.

Deben usarse los símbolos de las unidades del Sistema Internacional de Medidas. Si fuera necesario agregar medidas en otros sistemas, las abreviaturas correspondientes deben ser definidas en el texto.

Debe usarse el punto decimal (ejemplo correcto: 0.5; incorrecto: 0,5). Las cifras deben mantenerse juntas (ejemplo correcto: 1994, 30302; incorrecto: 1,994; 30 302).

ILUSTRACIONES

Las ilustraciones deben ser creación de los autores, en caso contrario deben indicar los permisos necesarios, procedencia y créditos. Las Figuras (mapas, esquemas, diagramas, dibujos, gráficos, fotos, etc.) serán numeradas correlativamente con números arábigos; de igual manera las Tablas.

Las leyendas de las Figuras y Tablas deben presentarse a continuación del texto y ser suficientemente explicativas, y con toda la información necesaria para que se puedan entenderse independientemente del texto.

Localities and collection points should be geo-referenced using sexagesimal Cartesian coordinates in both text and illustrations. Symbols and units of the International System of Units must be used. If necessary add measures in other systems, abbreviations should be defined in the text.

The decimal point (0,5 incorrect; 0.5 correct) should be used. The figures should be kept together (correct: 1994, 30302; incorrect: 1,994 , 30 302).

Illustrations

Illustrations should be creation of the authors , otherwise should indicate origin and credits. Figures (Maps, diagrams, drawings, graphics, photos, etc.) will be numbered consecutively with Arabic numerals; Tables similarly.

The legends of Figures and Tables should be presented after the text and sufficiently explanatory, and with all the necessary information so that they can be understood .

The photos and scanned drawings should be stored in a TIFF file , the original size at 300 dpi. Statistical charts and diagrams should be sent editable files in native format (archivo.xls, archivo.svg, file.eps), not as images (JPGE, TIFF, PNG). Maps can be sent in formats SHP, or high resolution images. They can send photos > 3 Mpixel from digital camera. Other image files in TIFF , BMP, JPGE high resolution and size, and vector figures in Ai, EPS . Formats from software such as R, into editable formats PDF, EPS (Postscript).

Color illustrations costs will be borne by the author.

SENDING FILES

1. Files must be submitted separately,
2. A file with text and legends in MS -Word format.
3. Another file for tables in MS- Excel or MS -Word tables.
4. Other files in native formats , not as embedded images or pasted on a sheet of MS -Word or Excel.

CONSENT RELEASE

The author will receive a proof of the article in PDF format, which will review it carefully and consult with the other authors. Once solved editing errors, the author responsible will send a letter or email confirming that the work was reviewed by all authors and conform, and explicitly mention of their consent to the publication of the work in the Revista Peruana de Biología and to be according to the license Creative Commons.

This is a requirement for the publication of the work. With the test, the corresponding author will receive the cost of publication in appropriate cases.

COST PER PUBLICATION AND COPIES FOR THE AUTHOR RESPONSIBLE

If the article do **not include color illustrations**, the Revista Peruana de Biología **not charge you any cost**. The cost of publication of color plates is approximately 90 U.S. dollars, total color plates in a particular article is determined at the end of diagramming of the article. The payments are made at the offices of Economy in the Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, or in coordination with the Editor Jefe. The Revista Peruana de Biología has no budget for mail submissions to authors. The author responsible may request four issues of courtesy in the offices of the Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Las fotos y dibujos escaneados deben guardarse en archivos TIFF, tamaño del original a 300 dpi. Los gráficos estadísticos y diagramas deben de enviarse en formato nativo editable (archivo.xls, archivo.svg, archivo.eps), **NO COMO IMÁGENES** (JPGE, TIFF, PNG). Los mapas pueden enviarse en formatos vectoriales (v.g.: Ai, EPS) o imágenes de alta resolución (300 dpi). Otros archivos de imágenes en TIFF, BMP, JPGE de alta resolución y tamaño, y figuras vectoriales en Ai, EPS. Formatos procedentes de software como R, en formatos editables de PDF, EPS (Postscript).

Costos por ilustraciones a color serán asumidos por el autor.

PRESENTACIÓN DE LOS ARCHIVOS

1. Los archivos deben presentarse por separado, esto es:
2. Un archivo con el texto y al final leyendas en formato MS-Word.
3. Otro archivo con las tablas en MS-Excel o como tablas en MS-Word.
4. Otros archivos en formatos nativos, **NO COMO IMÁGENES INSERTADAS, NI PEGADAS EN UNA HOJA DE MS-WORD O EXCEL.**

CONSENTIMIENTO DE PUBLICACIÓN

El autor responsable recibirá una prueba del trabajo en formato PDF, el cual deberá revisarlo cuidadosamente, y consultarlo con los otros autores. Una vez solucionados errores de edición, el autor responsable enviará una carta o email confirmando que el trabajo fue revisado por todos los autores y están conformes, y mencionar explícitamente su consentimiento para la publicación del trabajo como artículos de la Revista Peruana de Biología y están de acuerdo con la LICENCIA de uso.

Este es un requisito para la publicación del trabajo. Con la prueba, el autor responsable recibirá el COSTO POR PUBLICACIÓN en los casos que corresponda.

COSTO POR PUBLICACIÓN Y EJEMPLARES PARA EL AUTOR RESPONSABLE

Si los trabajos no incluyen ilustraciones a color, la REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA no realizará ningún cobro. El costo por publicación de láminas a color es aproximadamente de 90 US dólar, el total de láminas a color en un artículo es determinado al final de la diagramación del artículo.

Los pagos se realizan en las oficinas de Economía la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, o en coordinación con el Editor Jefe. La Revista Peruana de Biología no cuenta con presupuesto para envíos de correo a los autores. El autor responsable podrá solicitar cuatro ejemplares de cortesía de la revista en las oficinas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

EJEMPLOS DE REFERENCIAS /REFERENCE EXAMPLES

Andrén H., & H. Andren. 1994. Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. *Oikos* 71(3):355-366. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3545823>.

Dormann C., J.M. McPherson, M.B. Araújo, et al. 2007. Methods to Account for Spatial Autocorrelation in the Analysis of Species Distributional Data: a Review. *Ecography* 30(5):609-628. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05171.x>.

Torres Y., R. Lozano, C. Merino & G. Orjeda. 2014. Identificación de genes relacionados a sequía en papas nativas empleando RNA-Seq. *Revista Peruana de Biología* 20(3):211-214. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v20i3.5208>

Laub B.G. & M.A. Palmer. 2009. Restoration Ecology of Rivers, In: G.E. Likens (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*. Academic Press, Oxford, pp. 332-341. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00247-7>

Rohde K. 2002. Ecology and biogeography of marine parasites. In: *Advances in Marine Biology*. Academic Press, pp. 1-83. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881\(02\)43002-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881(02)43002-7),

McLachlan A. & A.C Brown. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Science & Technology Books. 373pp.

Ashe K. 2012. Elevated Mercury Concentrations in Humans of Madre de Dios, Peru. *PLoS ONE* 7 (3): e33305. doi:10.1371/journal.pone.0033305.

CONAM (Consejo Nacional del Ambiente). 2005. (en línea). Informe nacional del estado del ambiente 2001. <<http://www.conam.gob.pe/sinia/INEA2001.shtml>>. Acceso 31/07/2005.

IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2002. (en línea). Segundo informe del BIC José Olaya Balandra. Paita – Salaverry. 24 febrero-05 Marzo 2002. <<http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/informeolaya02-032002.php>>. Acceso 01/07/2005.

Sánchez G. 1988. Algunos aspectos bio-ecológicos del "Muy Muy" Emerita analoga (Stimpson, 1857) (DECAPODA: ANOMURA) en playas al sur de Lima. Tesis para optar el grado de Doctor. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [repositorio del IMARPE] <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2247>.

Page R.A. 2008. Foraging Flexibility in the Frog-Eating Bat, *Trachops cirrhosus*. Doctor of Philosophy Dissertation. Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin. <http://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/17996>.

Reyes C.A. 2003. Potencial antibacteriano de extractos etanólicos de macroalgas marinas de la costa central del Perú. Tesis para el grado de Bachiller en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1422>.

Cowan J. 2014. The Role of the Thymic Medulla in T Cell Development and Tolerance Induction. Ph.D. thesis. College of Medical and Dental Sciences, University of Birmingham. <http://etheses.bham.ac.uk/5066/>. (Acceso 27/01/2014)

Ley N°. 26821. 1997. Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Compendio de la legislación ambiental peruana. Volumen I. Marco normativo general. Ministerio del Ambiente -MINAM, Editado por la Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente. Actualizado al 30 de junio de 2010. pp: 85-91

DS N°. 012-2001-PE. 2001. Aprueban el Reglamento de la Ley General de Pesca, Ministerio de la Producción. 13 de marzo de 2001. El Peruano Normas Legales: 199905-199921.

DS N°. 179-2004-EF. 2004. Texto único ordenado de la ley del impuesto a la renta. 08 de diciembre de 2004. El Peruano Normas Legales: 281912-281940

CONTENIDO

EDITORIAL

- 269 Algunos aspectos del artículo científico en la Revista Peruana de Biología
Some aspects of scientific article in Revista Peruana de Biología
Leonardo Romero

TRABAJOS ORIGINALES

- 275 *Bistriopelma*, a new genus with two new species from Peru (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae)
Bistriopelma, un género nuevo con dos nuevas especies de Perú (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae)
Radan Kaderka
- 289 Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador
Tres especies nuevas del grupo *Drosophila tripunctata* (Diptera: Drosophilidae) en los Andes Orientales de Ecuador
Emily Ramos Guillín and Violeta Rafael
- 297 *Histioea magistrae* sp. nov. (Lepidoptera: Erebidae: Arctiini) de la Amazonía sudeste de Perú
Histioea magistrae sp. nov. (Lepidoptera: Erebidae: Arctiini) from southeastern Amazonia, Peru
Juan Grados
- 303 *Passiflora dorisiae*, una nueva especie en el Subgénero *Passiflora* (Passifloraceae)
Passiflora dorisiae, a New Species in Subgenus *Passiflora* (Passifloraceae)
Boris Esquerre-Ibañez
- 309 Notas sobre *Chloraea undulata* “Orquídea de Lima” y su registro en las lomas de Asia, Cañete, Perú
Notes on the “Lima orchid” *Chloraea undulata* and its record in the hills of Asia, Cañete, Peru
Miguel Llellish Juscamayta
- 315 Comparación foliar morfológica y anatómica entre ejes producidos por semilla y por ramificación basal de *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae)
Morphological and anatomical comparison between axes produced by seed and basal branching of *Astrocaryum carnosum* (Arecaceae)
Marinoli Rivas, Betty Millán y Francis Kahn
- 323 Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú
New lichen biota records from Santuario Histórico de Machu Picchu, Peru
Jano Nuñez-Zapata, Pradeep K. Divakar, Gladys Huallparimachi, María E. Holgado, Zoila Vela Clavo, Magdalena Pavlich y Ana Crespo
- 329 Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*
Effect of temperature on physiological responses of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*
Jhon Dionicio Acedo y Jorge Flores Mego

NOTA CIENTÍFICA

- 335 Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011
Water quality of the inner Puno Bay, Titicaca Lake, during summer 2011
Diana F. Beltrán Farfán, Rocío P. Palomino Calli, Edmundo G. Moreno Terrazas, Cesar G. Peralta y Daniel B. Montesinos-Tubée
- 341 Contribución al conocimiento de los malófagos (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) de aves peruanas. Parte 1
Contribution to the knowledge of the Mallophaga (Phthiraptera, Amblycera, Ischnocera) of the Peruvian birds. Part 1
Luis A. Gomez-Puerta y Nelly G. Cribillero
-